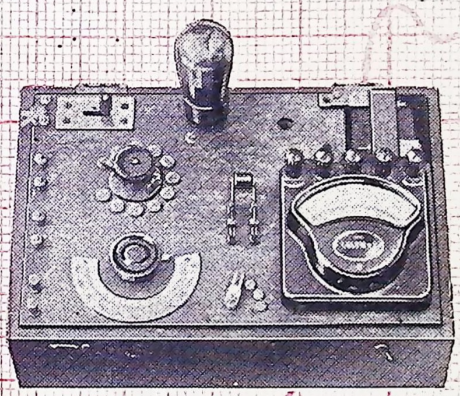
R. de SCHEPPER
Ingénieur A. & M.

RADIO DÉPANNAGE

ET MISE AU POINT

- Construction des appareils de mesure
- Vérification des éléments du poste
- Mise au point et alignement
- Tableau analytique pour la recherche des pannes
- Cas particuliers de dépannage
- L'oscillographe cathodique
- Tableaux et abaques



DEUXIÈME EDITION
REVUE et AUGMENTÉE

LES ÉDITIONS RADIO
42, RUE JACOB — PARIS-VI[e]

RADIO-DÉPANNAGE
ET
MISE AU POINT

R. DE SCHEPPER, Ing. A. M.

RADIO-DÉPANNAGE
ET
MISE AU POINT

DEUXIÈME ÉDITION
AUGMENTÉE ET
REMISE A JOUR

SOCIÉTÉ DES EDITIONS RADIO
42, Rue Jacob - PARIS (6e)
MCMXXXVIII

Tous droits de reproduction et de traduction, même partielles, réservés.

Copyright by Editions Radio, Paris, 1938.

AVANT-PROPOS

Les récepteurs de T. S. F. deviennent, de par les perfectionnements incessants apportés à la technique radio-électrique, de plus en plus compliqués et leur mise au point plus difficile.

L'appareil de radio est un organisme si compliqué et si délicat que, malgré tous les soins apportés à sa construction, des dérangements et des pannes sont inévitables. Or, rechercher leur cause et y apporter remède devient une entreprise longue et fastidieuse, lorsque l'on ne suit pas une méthode déductive rigoureuse et que l'on se borne à tâtonner au hasard.

Outre les connaissances techniques indispensables, des appareils de mesure ou de contrôle sont tout à fait nécessaires pour faire un diagnostic sérieux.

Le revendeur et le dépanneur n'ont, bien entendu, pas nécessairement besoin d'un équipement complet de laboratoire et peuvent se contenter d'un outillage restreint, mais, encore, celui-ci devra-t-il être choisi judicieusement, grâce à quoi ils s'éviteront bien des déboires et de grandes pertes de temps.

Quant aux petits constructeurs (nous n'avons pas la prétention d'apprendre quelque chose aux grands), ils ne regretteront jamais d'avoir un laboratoire aussi bien équipé que possible. La mise au point des postes modernes ne peut plus, en effet, se faire à l'oreille. Les exigences du public sous le rapport sélectivité ainsi que l'obligation de maintenir, malgré celle-ci, une reproduction musicale convenable, créent des problèmes de mise au point qui ne peuvent se résoudre qu'à l'aide d'ins-

truments de mesure et d'appareils de contrôle. Et encore ces appareils devront-ils être suffisamment précis pour que l'on puisse réellement se fier à leurs indications.

Oui, dira-t-on, mais un pareil équipement coûte un tel prix que seuls les grands constructeurs peuvent s'en payer le luxe. Cela serait vrai si l'on ne pouvait faire autrement que d'acheter de l'appareillage tout fait de grande marque : Hétérodyne modulée avec atténuateur calibré, modulateur également calibré, oscillateur acoustique étalonné en fréquences, etc... Nous espérons, au contraire, démontrer dans cet ouvrage que l'on peut construire soi-même un équipement de laboratoire très complet, et qui permet d'obtenir des résultats *pratiques* presque équivalents à ceux obtenus dans les laboratoires les mieux équipés, et cela pour une dépense très modique.

Mais il ne suffit pas d'avoir des instruments convenables, il faut encore savoir s'en servir, interpréter les indications qu'ils donnent et en déduire les données utiles.

Or, l'analyse *raisonnée* des observations faites au laboratoire nécessite évidemment une base suffisante de connaissances théoriques. Les lecteurs de ce livre sont supposés avoir une connaissance élémentaire des principes d'électricité et de radio-électricité. Un rappel de ces connaissances sortirait du cadre de l'ouvrage.

Pour faciliter les recherches et permettre de déterminer rapidement les causes de mauvais fonctionnement d'un récepteur, nous avons établi une table dichotomique. Pour utiliser celle-ci, il suffira de se reporter toujours à la phrase correspondant le mieux aux observations faites sur le poste.

Il est évident que nous ne saurions avoir la prétention de couvrir tous les cas à l'aide de cette table. Tant de cas particuliers et inédits peuvent se présenter que tout le volume n'y suffirait pas, mais nos lecteurs pourront

y trouver un guide utile qui leur permettra presque toujours de se débrouiller.

Il ne serait pas possible non plus de donner le schéma d'un grand nombre différent de montages en indiquant toutes les pannes qui leur sont propres : Pour l'étude de la mise au point des récepteurs, nous donnons le schéma détaillé d'un poste type répondant aussi complètement que possible à la technique actuelle et correspondant dans ses grandes lignes au genre de poste dont nos lecteurs auront le plus à s'occuper.

En tout état de cause, le revendeur devra toujours insister auprès du constructeur de la marque qu'il représente pour avoir le schéma exact de tous les modèles (1).

Pour ceux qui ne redoutent pas de faire une dépense un peu plus forte pour leur équipement, nous avons inclus un chapitre relatif à l'emploi de l'oscillographe cathodique, appareil merveilleux, devenu aujourd'hui heureusement d'un prix abordable et qui permet l'analyse visuelle de la plupart des phénomènes électriques.

Enfin, comme nous désirons faire de notre ouvrage un véritable vade-mecum du technicien, nous l'avons terminé par une série de tables donnant des renseignements généraux et quelques données mathématiques.

Quoique nous ayons apporté tous nos soins à l'élaboration de cet ouvrage, nous ne doutons pas qu'il ne soit encore fort imparfait, aussi nous accueillerons avec plaisir les suggestions de nos lecteurs et en tiendrons largement compte pour les éditions ultérieures.

R. D.

---

(1) Le dépanneur a, évidemment, le plus grand intérêt à posséder une collection complète de tous les schémas des récepteurs industriels fabriqués depuis 5 ans. Une telle collection est, sous le nom de *Schémathèque*, publiée par *Toute la Radio*, 42, rue Jacob, Paris (6e).

AVANT-PROPOS A LA DEUXIÈME ÉDITION

Dans la préface de l'édition précédente de cet ouvrage, nous avons sollicité de nos lecteurs des critiques et des suggestions, car notre but est de l'améliorer sans cesse pour en faire le manuel indispensable du dépanneur professionnel.

Des critiques nous sont parvenues, moins nombreuses cependant que nous ne l'avions pensé, mais nous avons reçu aussi de précieux encouragements qui nous ont permis de conclure que nous avions presqu'atteint le but que nous nous étions proposé.

Depuis deux ans le progrès ne s'est pas ralenti : de nombreuses innovations ont apparu dont il a fallu tenir compte pour que l'ouvrage fût complet : Indicateur d'accord à rayons cathodiques, contre-réaction B.F., lampes nouvelles, etc...

Le schéma de l'appareil-type a été modernisé de manière qu'il englobe les solutions les plus utilisées dans la technique 1938; certains chapitres ont été considérablement augmentés, d'autres entièrement refondus ; enfin, comme l'oscillographe cathodique est appelé à jouer un rôle de plus en plus important dans le travail de dépannage, nous avons consacré à son emploi un nombre de pages approprié.

Est-ce à dire que nous estimons notre œuvre parfaite ?... Comme toujours les critiques constructives seront bienvenues. Cette édition, comme la précédente, s'épuisera, et la suivante bénéficiera comme celle-ci de la collaboration bienveillante de nos lecteurs.

Le 6 avril 1938.

INSTRUMENTS DE MESURE

Aucun travail sérieux de dépannage, réglage ou construction ne peut être entrepris sans instruments de mesure.

Les fonctions des divers instruments utilisés en radio-électricité peuvent pratiquement se ramener à deux : La mesure des *tensions* et celle des *intensités*. Soit donc des *voltmètres* et des *ampèremètres* (ou plutôt, dans la plupart des cas, des milliampèremètres, ce qui est la même chose).

Ces deux types d'appareils ne sont d'ailleurs, en réalité, que des applications différentes d'un même instrument : Le *galvanomètre à cadre,* comme nous le verrons plus loin.

Faire une mesure électrique quelconque consiste à prélever aux dépens de la source de courant une certaine énergie, employée, sous forme de force motrice, à faire dévier l'aiguille d'un instrument indicateur.

Plusieurs procédés peuvent être utilisés pour transformer de la sorte l'énergie électrique en mouvement : On trouve en effet des appareils électromagnétiques, thermiques, électrostatiques, etc., qui répondent à diverses conditions d'emploi.

Les appareils de mesure les plus couramment employés sont basés sur des phénomènes magnétiques : On peut concevoir un appareil tout à fait rudimentaire comme suit : (fig. 1). Dans un solénoïde (2) parcouru par le courant à mesurer peut plonger plus ou moins profondément un noyau de fer (1) retenu par un ressort. Une aiguille solidaire du noyau peut se déplacer le long d'une graduation (3). Plus le courant sera intense, plus grande sera la traction exercée sur le noyau et plus grand le déplacement de l'aiguille.

Un pareil dispositif est fort peu sensible en ce sens qu'il nécessite une intensité relativement élevée pour

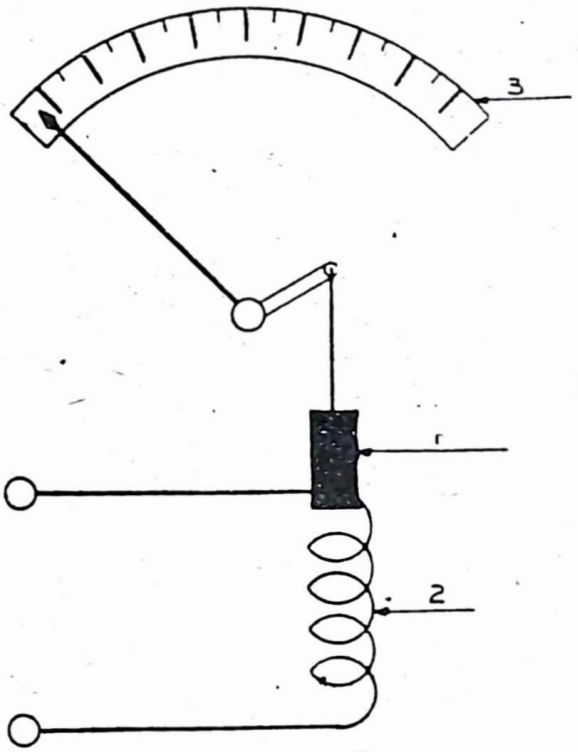


Fig. 1

obtenir une déviation appréciable. Il constitue néanmoins le principe général de certains appareils bon marché.

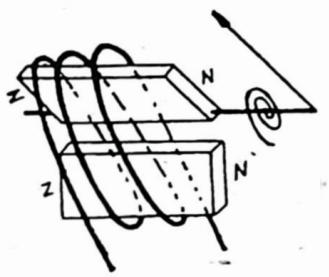


Fig. 2

Une variante du principe ci-dessus est utilisée dans les appareils à répulsion (fig. 2).

Dans ceux-ci une armature fixe et une palette mobile, à laquelle est couplée l'aiguille, sont aimantées toutes deux par un enroulement fixe et de telle façon que les pôles de même nom se font vis-à-

vis. Il en résulte une répulsion entre la pièce mobile et l'armature fixe.

L'avantage de ces appareils est qu'ils fonctionnent aussi bien en alternatif qu'en continu, aussi sont-ils beaucoup utilisés pour les tableaux de distribution d'énergie électrique.

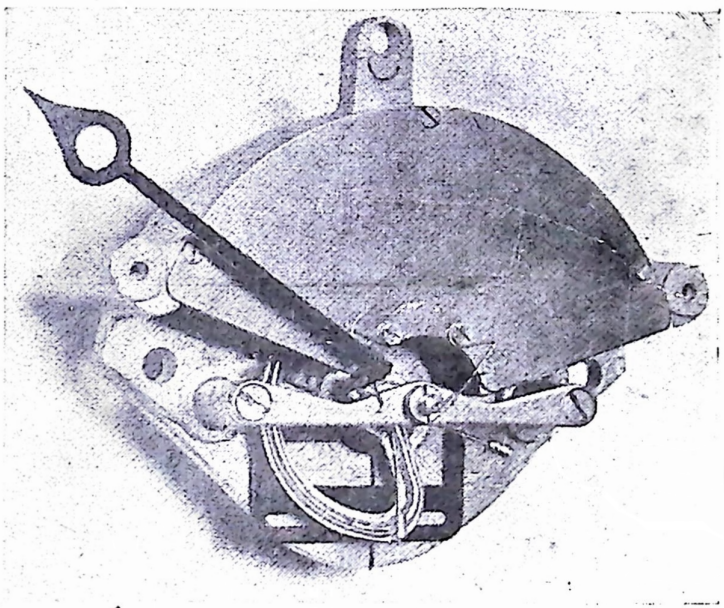


Fig. 3

Leur consommation est trop élevée pour la plupart des emplois en T. S. F. Un appareil de ce type est cependant utile pour la vérification des transformateurs d'alimentation.

La fig. 3 montre le mécanisme intérieur d'un appareil de tableau à répulsion, pour courant industriel.

Un troisième système d'appareils de mesure électrique est le galvanomètre à cadre, dont le principe est le sui-

vant (fig. 4) : Un léger cadre rectangulaire (4) portant un enroulement de fil est monté sur deux pivots et peut osciller dans un espace annulaire (3) délimité par des pièces polaires en fer doux (2). Sur ces pièces est monté un robuste aimant permanent (1).

Le cadre est maintenu dans une position déterminée par un ressort spiral ; il porte une aiguille qui se meut le long d'une graduation (5).

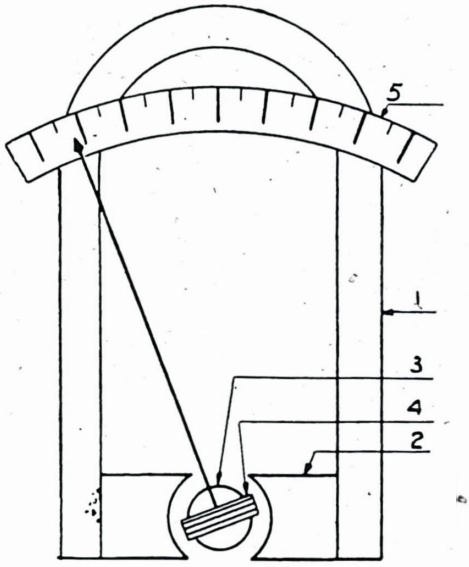


Fig. 4

Si nous lançons un courant dans le sens voulu à travers l'enroulement du cadre mobile, celui-ci se déplacera d'un certain angle et tendra à s'orienter de manière que les lignes de force magnétiques engendrées par ce courant viennent coïncider avec celles développées dans l'entrefer par l'aimant permanent.

Un tel appareil peut avoir une sensibilité extrêmement grande : Il suffira, dans ce cas, d'un courant infime pour obtenir la déviation totale.

C'est sur ce principe que sont basés la plupart des appareils de mesure employés en radio-électricité (fig. 5).

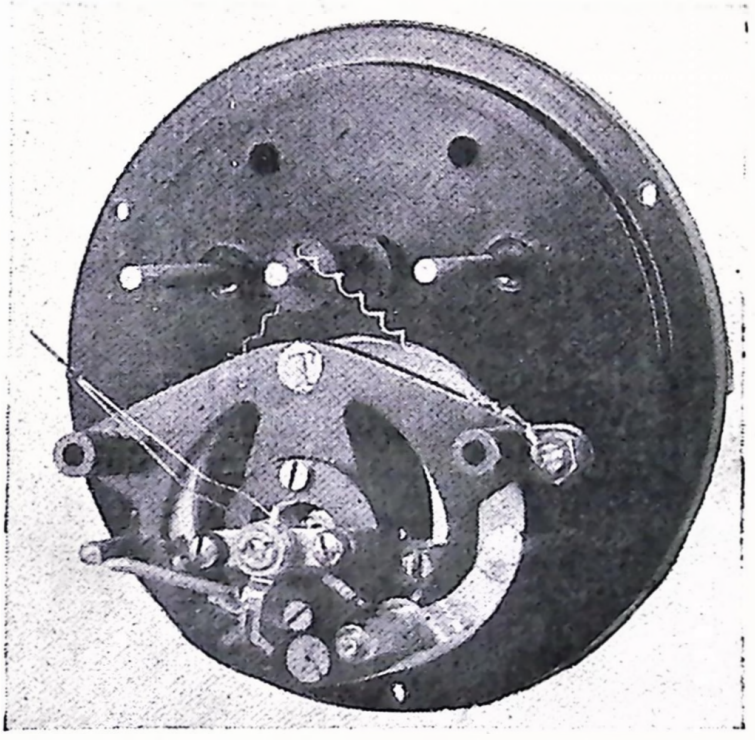


Fig. 5

Le galvanomètre à cadre ne permet toutefois que la mesure des courants *continus,* car le sens de la déviation dépend du sens du courant. Pour l'appliquer à la mesure du courant alternatif, il faut donc au préalable redresser celui-ci. Nous verrons plus loin les solutions employées dans ce cas.

Les appareils envisagés jusqu'ici mesurent normalement des *intensités,* puisque la grandeur de la déviation dépend de l'*intensité* du courant à travers l'appareil.

Pour mesurer des *tensions,* il suffit de mettre en série avec l'instrument une résistance.

La loi d'Ohm : $E = R.I$,

permet de déduire immédiatement la valeur de la tension appliquée aux bornes de l'ensemble du moment que l'on connaît la résistance *totale* et l'*intensité.*

On pourrait d'ailleurs constituer la résistance par l'enroulement même du cadre de l'appareil, mais, sauf pour des tensions extrêmement faibles, on se heurterait à des difficultés de construction très grandes.

Tout appareil de mesure électromagnétique, de par son principe même, exige une certaine *consommation* de courant. Il y a intérêt à ce que celle-ci soit le plus réduite possible si l'on veut exécuter des mesures précises.

En effet, si le circuit dans lequel on fait une mesure est lui-même résistant, la consommation de l'appareil amènera une chute de tension d'autant plus considérable que le rapport entre la résistance du circuit et celle de l'appareil de mesure sera plus élevé, et des indications seront de ce fait très inexactes, sauf dans le cas où l'appareil de mesure resterait branché à demeure dans le circuit.

D'autre part, pour la mesure des *intensités,* il faut que la résistance de l'appareil soit aussi *faible* que possible par rapport à la résistance du circuit.

Tout cela revient à dire que l'*énergie* (= watts) nécessaire pour obtenir la déviation totale de l'aiguille, doit être aussi petite que possible ou, en d'autres termes, qu'il est indispensable que l'appareil soit extrêmement *sensible.*

On fait aujourd'hui des appareils à cadre de type courant où la déviation totale est obtenue pour 0,01 milliampère (microampèremètres). De pareils instruments sont toutefois fort coûteux et fragiles.

Pour en arriver aux données pratiques, nous dirons que, pour les mesures *courantes* à faire dans les appareils de T. S. F., un voltmètre consommant 1 milliampère à la déviation totale, est le plus avantageux parce que réalisant le meilleur compromis entre le prix, la précision et la robustesse.

On définira cet appareil en disant qu'il a une résistance de 1.000 ohms par volt. En effet, une tension de 1 volt fait passer 1 milliampère à travers une résistance de 1.000 ohms. Si l'on désire que la déviation totale indique, par exemple, 100 volts, la résistance totale devra être 100.000 ohms.

Cette résistance est composée de la résistance intérieure de l'appareil plus une résistance extérieure appropriée.

Ce sujet sera développé dans le chapitre consacré à la construction d'un appareil de mesure universel.

Pour des raisons purement mécaniques on ne saurait faire passer une intensité élevée dans l'enroulement du cadre mobile. Quand on veut faire des mesures de *courant,* on dérive donc la plus grosse partie du débit à travers une résistance placée *en parallèle* sur la bobine mobile et appelée pour cette raison *shunt.* (On appelle souvent erronément de ce nom des résistances placées *en série* avec l'instrument dans un voltmètre).

L'opération revient en quelque sorte à mesurer la tension développée aux bornes de ce shunt.

Nous arrivons maintenant à une autre catégorie d'instruments de mesure : Les voltmètres du type *électrostatique.*

Ces appareils n'ont aucune consommation de courant et permettent de faire des mesures sur des circuits extrêmement résistants.

Leur principe est le suivant : Si nous plaçons à faible distance l'une de l'autre deux plaques métalliques et si

nous appliquons à chacune une tension relativement élevée et de signe contraire, nous pourrons constater qu'elles sont attirées l'une vers l'autre (fig. 6).

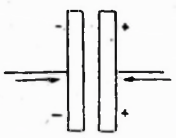


Fig. 6

En d'autres termes, les armatures d'un condensateur sont attirées l'une vers l'autre et viendraient se toucher, si rien ne les en empêchaient.

Un voltmètre électrostatique n'est, en fait, autre chose qu'un petit condensateur variable à air, analogue, mais en beaucoup plus petit, à ceux servant à l'accord dans les récepteurs.

En appliquant une tension entre les deux séries de lames, celles-ci ont tendance à rentrer les unes entre les autres en faisant tourner l'axe (fig. 7).

Fig. 7

Le défaut de cet appareil est qu'il ne fonctionne qu'à partir d'une tension assez élevée. Il est pratiquement impossible d'obtenir d'indications utiles en-dessous de 50 volts pour les voltmètres les plus sensibles.

Par contre, il convient admirablement pour la mesure de tensions de l'ordre de quelques milliers de volts.

Il mesure aussi bien le continu que l'alternatif, même à haute fréquence, toutefois, dans ce dernier cas il ne faut pas perdre de vue qu'il forme un condensateur et que, par conséquent, sa consommation n'est plus nulle.

La fig. 8 montre la construction intérieure d'un voltmètre électrostatique de marque connue (Ferranti). On y distingue les lames mobiles et les lames fixes. La résistance de 2 MΩ que l'on aperçoit, est en série avec les lames fixes. Elle sert à limiter le courant et à empêcher par conséquent un court-circuit au cas où, par suite d'un accident, les lames entreraient en contact.

La dernière catégorie d'instruments, que nous mentionnerons ici, est celle des appareils *thermiques*.

Ils ont, comme principe initial, l'échauffement d'un conducteur résistant par le passage d'un courant, mais diffèrent suivant la façon de transmettre à l'aiguille l'indication de la température.

L'allongement, par dilatation, du fil a été utilisé dans certains appareils, lesquels sont donc purement mécaniques, mais les appareils de précision comportent un *thermocouple*.

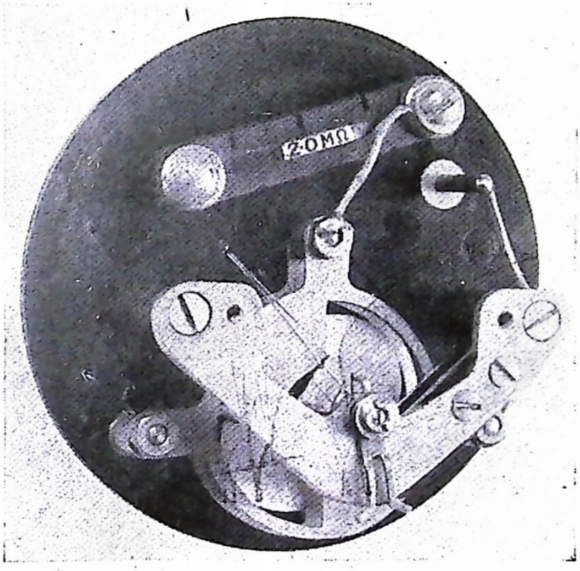


Fig. 8

La fig. 9 donne le schéma général d'un appareil à dilatation. Un fil d'alliage de nickel (2) est parcouru par le courant à mesurer. Il est fixé en (5) et la tension peut être ajustée par une molette (1). A un point du fil se trouve attaché une cordelette de soie qui s'enroule

autour d'une poulie (3) sur laquelle est fixée l'aiguille. Cette dernière peut se déplacer le long de la graduation (6). Le cordonnet de soie est tendu au moyen d'un ressort (4). Quand le courant passe par le fil résistant, qui est exactement tendu, il s'allonge et permet au cordonnet, qui est tiré par le ressort, de le faire dévier d'une certaine quantité, ce qui entraîne en même temps la poulie et l'aiguille.

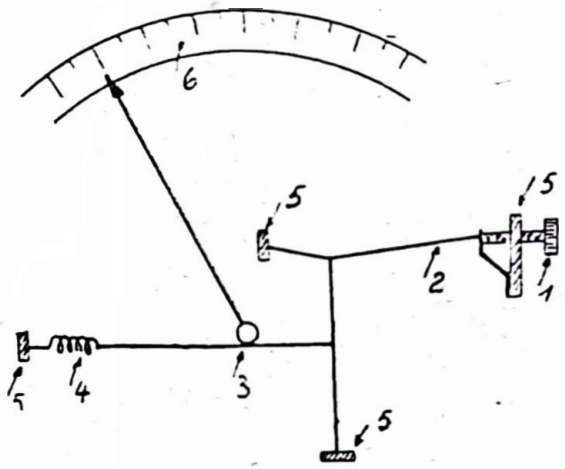


Fig. 9

Le thermocouple est basé sur le principe de la *pile thermo-électrique* : Lorsque l'on chauffe une soudure réunissant deux éléments différents, on constate, dans certains cas, la naissance d'une différence de potentiel entre ceux-ci. Cette différence de potentiel, qui est d'ailleurs extrêmement faible, est, dans certaines limites, proportionnelle à la température.

On la mesure à l'aide d'un appareil à cadre.

L'avantage de cette méthode indirecte est sa sensibilité plus grande et la possibilité de mesurer des courants aux plus hautes fréquences.

L'application principale des appareils thermiques est dans le domaine de l'émission (mesure du courant dans l'antenne, etc.).

CONSTRUCTION
D'UN APPAREIL DE MESURE UNIVERSEL

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que la consommation d'un appareil de mesure, destiné à la vérification des appareils radio-électriques, devait être aussi minime que possible sous peine d'avoir des indications tout à fait inexactes.

D'autre part, les mesures à prendre dans un appareil de T. S. F. concernent des tensions de valeurs très différentes ; depuis quelques volts jusqu'à plusieurs centaines de volts. Cette condition exclut l'emploi du voltmètre électrostatique qui ne convient que pour des tensions élevées. Il y a également des mesures d'intensité à prendre. Celles-ci peuvent aussi varier entre quelques microampères et près d'un ampère.

Pour avoir la sensibilité et la précision voulue, nous devrons employer des appareils à cadre.

Un galvanomètre à cadre, de précision, étant un appareil coûteux, il y a intérêt à n'en employer qu'un seul pour toutes nos mesures tant de tension que d'intensité.

Nous choisirons donc un milliampèremètre gradué de 0 à 1 milliampère, c'est-à-dire que la déflection totale de l'aiguille indiquera que l'appareil est traversé par un courant de 1 milliampère.

La consommation totale de l'appareil ne dépassera donc jamais 1 milliampère, ce qui permet une lecture suffisamment précise dans tous les cas rencontrés en pratique courante de la T. S. F.

Voyons maintenant comment utiliser cet appareil comme *voltmètre*. Il nous faudra connaître sa résistance propre. Cette indication est d'ordinaire fournie par les fabricants. Comme dans un appareil de bonne marque cette résistance est très faible (une centaine d'ohms au plus), elle peut être négligée pour la mesure des tensions élevées, mais pour les tensions très faibles ainsi que pour la mesure des intensités il est nécessaire d'en tenir compte.

On peut déterminer la résistance propre d'un appareil de mesure de la manière suivante (fig. 10).

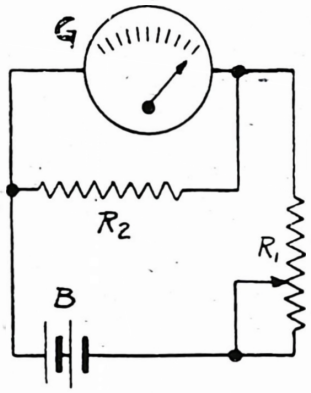


Fig. 10

B est une source de tension (un accumulateur de 4 volts par exemple), R1 est une résistance réglable que l'on ajustera de manière à obtenir un débit de 1 milliampère, soit exactement la déviation maximum de l'appareil.

La loi d'Ohm nous indique que, pour 4 volts, la résistance R1 devrait être 4000 ohms moins la résistance interne de l'appareil. En pratique, on utilisera pour constituer cette résistance un potentiomètre de 5000 ohms ce qui est une valeur courante.

Pour connaître la résistance propre de l'appareil, il nous suffira de chercher une résistance R2 qui, mise en parallèle sur l'appareil, ramène la lecture exactement à 0,5 milliampère. La valeur de cette résistance sera alors exactement la même que celle de l'instrument.

Les résistances du commerce au carbone sont suffisamment précises pour donner une indication valable.

Il en faudra trois ou quatre de 100 ohms et de 200 ohms valeurs courantes.

La résistance totale, obtenue par la mise en parallèle de plusieurs résistances, se déduit de la formule :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \ldots\ldots \text{ etc.}$$

Par exemple deux résistances de 100 ohms en parallèle donnent 50 ohms, quatre donnent 25 ohms, etc.

En combinant les résistances deux à deux ou trois à trois, on arrivera à déterminer, avec une approximation suffisante pour les besoins courants, la résistance interne de l'instrument.

Nous pouvons maintenant déterminer facilement les résistances nécessaires pour la plupart des lectures courantes.

Tenant compte que la consommation de l'appareil est de 1 mA, à déflection totale, il suffira de mettre en série autant de fois 1000 ohms que l'on désire mesurer de volts à déflection totale, en déduisant la résistance propre de l'appareil.

Celle-ci est toutefois d'ordinaire si faible que l'on peut la négliger pour toute lecture dépassant 1 volt.

Les valeurs ci-dessous sont les plus utiles pour les besoins normaux de la radio :

lecture maximum	*résistance en série*
0 — 10 volts	10.000 ohms
0 — 150 volts	150.000 ohms
0 — 300 volts	la résistance précédente plus 150.000 ohms.
0 — 600 volts	les deux résistances précédentes plus 300.000 ohms.

Nous avons utilisé des résistances au carbone du type 1 watt qui ont été trouvées suffisamment précises pour

les besoins courants. (On les obtient sur demande avec une exactitude de 1 %). La fig. 11 donne le schéma complet d'un voltmètre à 4 lectures établi comme ci-dessus.

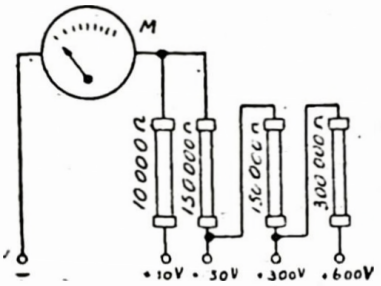


Fig. 11

Pour la mesure des intensités, les résistances, comme nous l'avons dit, ne doivent plus être mises en série mais *en parallèle*, et ici la connaissance de la résistance interne de l'appareil est nécessaire si l'on ne dispose pas d'un autre appareil de mesure déjà étalonné.

Les lectures les plus courantes en T. S. F. peuvent être faites à l'aide des trois graduations suivantes:

0 — 10 mA,
0 — 100 mA,
0 — 500 mA.

La première servira pour vérifier le débit des lampes des premiers étages, pour le réglage des postes au moyen du V. C. A., etc., la seconde pour les lampes de puissance, réglage de polarisation, contrôle de l' « outputmeter », etc., la troisième pour mesurer le courant anodique des gros amplificateurs ainsi que le courant de chauffage des filaments sur secteur continu.

Il est bien entendu facile de réaliser autant de sensibilités différentes qu'on le voudra mais, à part des cas spéciaux, les trois ci-dessus suffiront.

Pour la détermination de la valeur des shunts, il suffit d'appliquer la formule des résistances en parallèle, considérant l'instrument comme une des résistances.

Le but du shunt étant de dériver une partie du courant à mesurer, nous voyons que, si nous avons à faire à un courant de 10 mA, il s'agira de faire passer 1 mA dans l'instrument et 9 mA à travers le shunt. Le rapport des intensités est de 1/9.

De même, si nous voulons mesurer 100 mA, il faudra faire passer 99 mA par le shunt, le rapport des intensités devient 1/99.

Par conséquent, si la résistance de l'instrument est r, la résistance du shunt sera r/9 ou r/99 et ainsi de suite. A titre d'exemple, pour un appareil ayant une résistance interne de 50 ohms, nous aurons les valeurs pratiques ci-dessous :

0 — 10 mA	5,55 ohms,
0 — 100 mA	0,55 ohm,
0 — 200 mA	0,25 ohm,
0 — 500 mA	0,10 ohm.

Pour l'établissement de shunts, il faut utiliser un métal dont la résistance ne varie que faiblement sous l'effet de la température (fil de « constantan ») et en mettre une longueur suffisante pour assurer une dissipation rapide de la chaleur engendrée par le passage du courant.

Il n'est pas très facile d'établir de résistances d'aussi faible valeur sans un appareil de mesure étalon.

Nous conseillons donc de faire l'étalonnage à l'aide d'un autre appareil de mesure ; mais, bien entendu, il faut que ce soit un appareil de précision sur lequel on puisse compter.

On pourra, pour cela, se servir d'une source de courant quelconque, accumulateur ou pile, et, à l'aide d'une résistance variable, établir à travers les deux instruments *en série* un courant de l'intensité voulue.

Précaution indispensable : Shunter l'appareil à étalonner par une résistance notablement *plus faible* que celle présumée nécessaire et augmenter progressivement celle-ci jusqu'à concordance des lectures.

Il suffit, pour cela, de prendre un morceau de fil de constantan suffisamment long et d'en fixer le bout à une des bornes de l'instrument de mesure. A l'autre borne l'on attache un morceau de fil souple terminé par

une pince crocodile. Avec celle-ci on pince le fil de constantan tout près de la borne à laquelle il est attaché. On peut alors déplacer la pince progressivement jusqu'à obtention de la résistance voulue.

On coupe le fil à longueur, on en fait un petit boudin que l'on monte entre deux bornes sur une plaquette en bakélite.

Si l'on se trouve dans l'impossibilité de disposer d'un appareil de mesure, on pourra, à la rigueur, établir les shunts par le procédé ci-après :

Il faut une batterie d'accumulateurs de 120 volts bien chargée et en parfait état.

On fera sur celle-ci une prise après le 50e élément, de manière à avoir une tension de 100 volts, très exactement. Cela a pour but de simplifier les calculs.

On shunte l'instrument de mesure par un fil muni d'une pince comme ci-dessus et on le branche aux bornes de la source de 100 volts, en série avec une résistance dont la valeur est choisie suivant le débit à obtenir.

Ainsi, pour obtenir un débit de 10 mA sous 110 volts il faut 10.000 ohms. Théoriquement, il faut déduire de cette valeur la résistance totale du circuit, soit donc celle de l'instrument plus la résistance interne de la batterie. Cette dernière peut être considérée comme nulle pour une batterie en bon état. La résistance de l'appareil de mesure shunté étant de l'ordre de 5 ohms pour le débit envisagé, on peut également la négliger, l'erreur qui en résulte étant de l'ordre de 0,01 %, donc très inférieure aux nécessités pratiques.

Tout dépend donc de l'exactitude de la tension aux bornes de l'accumulateur. Ici, il convient d'insister sur la nécessité d'avoir des bornes très propres pour ne pas introduire de résistance parasitaire.

La résistance de 10.000 ohms peut être du type au carbone 3 watts.

Pour obtenir un débit de 100 mA, on utilisera une résistance de 1.000 ohms. Comme celle-ci doit dissiper 10 watts pendant les opérations, on prendra 4 résistances de 3 watts de 250 ohms que l'on mettra en série.

Cette même résistance permettra l'établissement d'un shunt pour 200 mA si on le désire. Il suffira de régler celui-ci de manière à amener l'aiguille exactement *au milieu* de la graduation au lieu de rechercher la déflexion maximum.

Pour la lecture 500 mA, il faudrait une résistance de 200 ohms, mais le débit serait trop intense pour une batterie de tension anodique du type courant. Il vaut mieux utiliser une résistance de 400 ohms et régler le shunt jusqu'à ce que l'aiguille s'arrête exactement au milieu de la graduation, ce qui correspond à un débit de 250 mA. Encore ne devra-t-on pas trop prolonger cette opération, car un débit de 250 mA dépasse de beaucoup le régime normal de décharge de la batterie, et on risquerait de fausser les résultats par le fait que la tension ne serait plus exacte.

La résistance de 400 ohms sera constituée par 4 résistances 3 watts de 100 ohms en série.

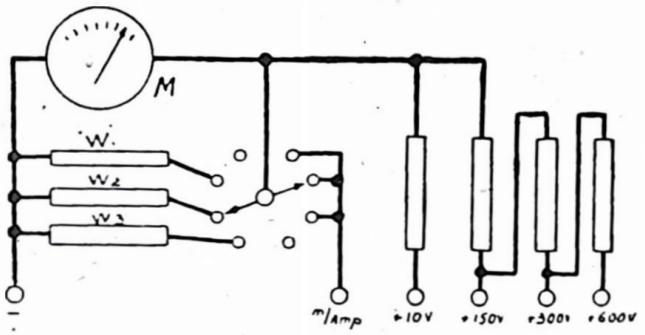


Fig. 12

ATTENTION. — Sous peine de brûler l'enroulement de l'instrument de mesure, il faut absolument qu'il soit constamment shunté pendant ces opérations. C'est-à-

dire que *la pince crocodile ne peut absolument pas quitter le fil de constantan tant que le courant passe.*

Il vaut mieux procéder par tâtonnements, *en coupant chaque fois le courant,* plutôt que de faire glisser la pince le long du fil.

La figure 12 donne le schéma de l'instrument de mesure universel complet pour mesures en courant continu.

Un combinateur à quatre positions permet les diverses lectures d'intensités ou la lecture des tensions.

Utilisation d'un instrument de sensibilité différente :

Un milliampèremètre de 0-1 mA ayant une consommation de 1 mA à déflection totale suffit pour tous les besoins normaux de dépannage. Toutefois, dans certains cas spéciaux, une précision plus grande peut être désirable, ou bien encore le lecteur sera en possession d'un instrument d'une lecture totale différente.

Il est facile de calculer, dans ce cas, la valeur des résistances, en appliquant la formule donnée au début du chapitre.

C'est ainsi que, pour un milliampèremètre de 0-0,5 mA il faudra *doubler* la valeur des résistances pour la lecture des tensions et *diminuer de moitié* la valeur des shunts pour la mesure des intensités, pour autant que la résistance propre de l'instrument ait la même valeur. Le voltmètre ainsi constitué est dit à résistance de 2.000 ohms par volt.

On peut, à la rigueur, utiliser aussi un milliampèremètre de 0-2 mA, ce qui donne une résistance de 500 ohms par volt. Nous ne conseillons pas l'emploi d'un instrument ayant une plus grande consommation : Les lectures auraient une divergeance trop grande avec la réalité dans la plupart des circuits d'un récepteur de T. S. F.

MESURES EN ALTERNATIF

Un appareil à cadre du type utilisé ci-dessus ne fonctionne que sur courant continu. Il faut donc, pour mesurer des tensions ou des intensités alternatives, y adjoindre un dispositif *redresseur.*

Il existe des redresseurs secs à oxyde de cuivre spéciaux pour appareils de mesure, notamment ceux fabriqués par la Compagnie Westinghouse. Ces derniers existent en trois modèles, respectivement pour des débits de 1,5 et 10 mA.

Le modèle pour 1 mA convient pour faire toutes les mesures de tension avec l'appareil universel que nous venons de décrire. Pour les mesures d'intensité, il serait nécessaire d'intercaler entre la source et l'instrument de mesure un transformateur spécial (transformateur d'intensité). Ces mesures n'ont toutefois qu'un intérêt secondaire dans le domaine de la radio.

Il est à remarquer que l'appareil muni de son redresseur indique *le courant moyen redressé,* alors que l'on s'exprime d'ordinaire en *volts efficaces.* Il suffit de savoir que la relation entre courant moyen et courant efficace est de 1/1,11, soit une différence d'un peu plus de 10 %.

Quand le milliampèremètre muni de son redresseur indique 1 mA, cela signifiera qu'il est traversé par un courant efficace de 1,11 mA.

Pour avoir une lecture directe en volts efficaces, une correction est donc nécessaire, soit par modification de

la valeur des résistances mises en série, soit en établissant une nouvelle échelle sur le cadran. Il est à remarquer d'ailleurs que, de toute manière, les résistances ne peuvent être les mêmes que pour le courant continu, car il faut tenir compte de la résistance du redresseur lui-même.

Si l'on désire une grande exactitude, le mieux sera de faire un étalonnage soigné par comparaison avec un instrument à redresseur du commerce.

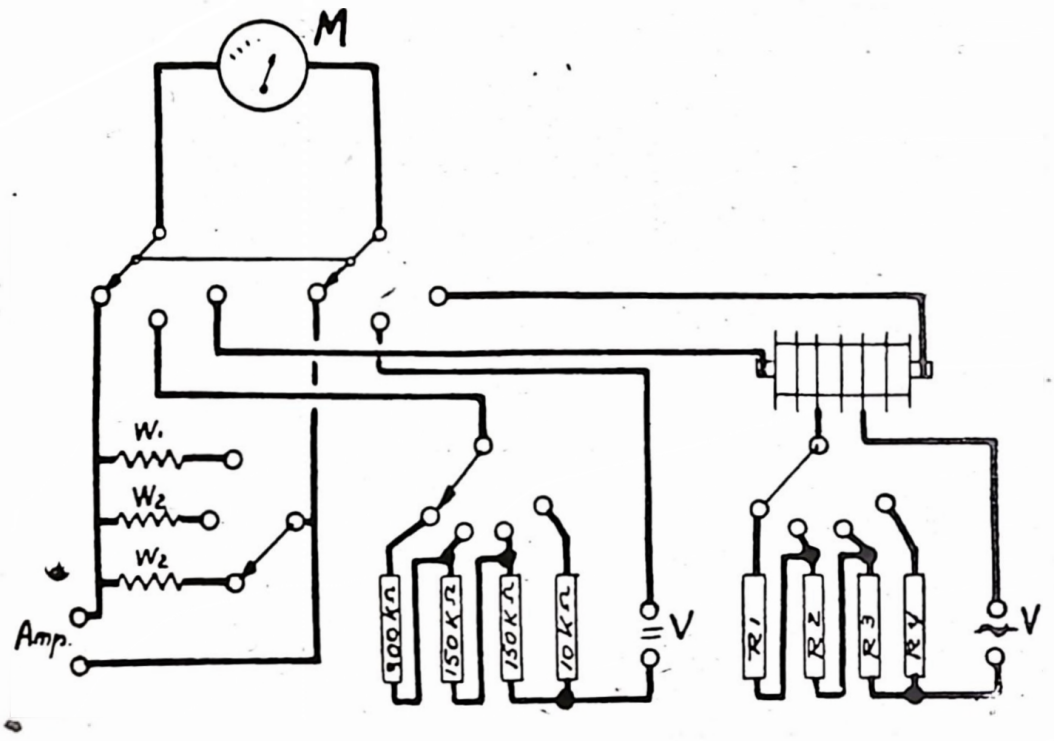


Fig. 13

La fig. 13 donne le schéma d'un appareil de mesure complet.

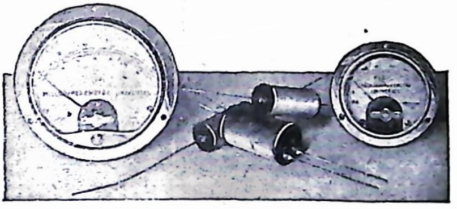
La valeur des résistances pour les mesures en alternatif est la suivante lorsque l'on utilise une cellule

de redressement Westinghouse type 1 mA, modèle 1935 et suivants :

R_1 = 8.250 ohms.
R_2 = 130.000 ohms.
R_3 = 135.000 ohms.
R_4 = 270.000 ohms.

Ces valeurs peuvent être obtenues en mettant en série plusieurs résistances du commerce de valeurs courantes.

La cellule oxymétal ne présente une caractéristique linéaire qu'à partir d'une certaine tension. Il en résulte que, pour l'échelle 0 - 10 volts, il est nécessaire de faire un étalonnage spécial, tout au moins pour la moitié inférieure de la graduation, soit de 0 à 5 volts.



Un de ces milliampèremètres vous permet, à l'aide de quelques résistances, de monter un excellent millivolt-ohmmètre. (Cliché *Da et Dutilh.*)

CAUSES D'ERREURS DANS LES MESURES

D'une manière générale, ainsi que nous le verrons plus loin, les quantités à mesurer dans un poste de T.S.F. peuvent différer de 10 % de celles indiquées par la théorie sans effet appréciable sur le rendement. Des divergeances beaucoup plus importantes peuvent même souvent être tolérées.

Dès lors, on se demandera peut-être pourquoi un appareil de grande précision est nécessaire.

En réalité, on a toujours intérêt à ce que l'instrument lui-même soit aussi précis que possible, car les causes d'erreur peuvent s'ajouter et provoquer finalement une interprétation par trop fantaisiste et n'ayant plus aucun rapport avec la réalité.

Nous donnons ci-dessous une série de causes pouvant influer sur l'exactitude des lectures.

1° *Erreurs dues aux caractéristiques du circuit.* — Soit à mesurer, par exemple, la tension qui existe à la plaque d'une lampe couplée par résistances : La résistance d'anode a 200.000 ohms et la tension d'alimentation est de 250 volts. La consommation de la lampe est de 0,5 mA.

La tension réelle existant au point P est de 250 volts moins la chute de tension causée dans la résistance R par le débit de la lampe (soit 100 volts). Elle est donc de 150 volts.

Branchons au point P un voltmètre ayant, à pleine déflection, une consommation de 1 mA et une lecture

totale de 300 volts. La résistance de cet instrument est de 300.000 ohms. Pour une tension de 150 volts, la consommation de l'instrument serait donc de 0,5 mA, soit un débit de même importance que le courant de plaque de la lampe. Si cette dernière était une simple résistance, la tension au point P tomberait à 75 volts. Comme, toutefois, une lampe ne suit pas la loi d'Ohm, il y a une certaine compensation et on lira quelque

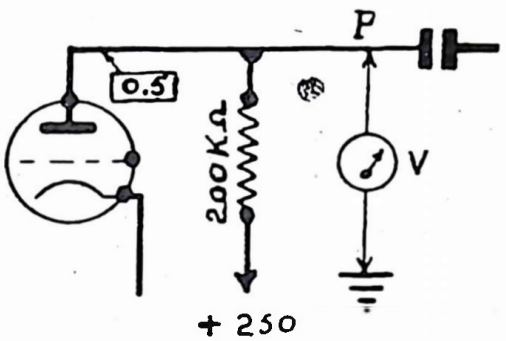


Fig. 14

chose comme 80 volts. Cela constitue néanmoins une erreur de 45 % environ, ce qui est bien déroutant pour un novice.

Des erreurs de même ordre se produisent chaque fois que l'on fait une mesure dans un réseau ayant une résistance ohmique totale élevée. Nous voyons donc combien il est désirable que la résistance de l'instrument soit aussi élevée que possible.

Remarquons que, si nous avions fait la mesure en nous servant de l'échelle 0-600 volts, pour laquelle la résistance de l'appareil est deux fois plus élevée, nous aurions eu une erreur de moitié moins grande.

La lecture, toutefois, ne serait pas très claire. C'est néanmoins ainsi qu'il faut procéder si l'on veut avoir une indication proche de la réalité.

2° *Erreurs dues aux caractéristiques de l'instrument.* — Les instruments de mesure ne sont pas parfaits. Une précision quasi absolue n'est obtenue que par les instruments *étalons* de laboratoire qui coûtent des prix extrêmement élevés et ne seraient d'ailleurs d'aucune utilité pour le dépanneur.

Les bons instruments courants ont une précision garantie de l'ordre de 2 %, ce qui est largement suffisant. Cela veut-il dire que l'erreur est proportionnellement la même d'un bout à l'autre de l'échelle ?... Aucunement : En général, la précision la plus grande est obtenue vers les 4/5emes du cadran.

Tout au début de la graduation, il y a trop peu de force motrice pour vaincre les frottements du pivot; vers la fin de la course, les variations d'élasticité du ressort de rappel peuvent se faire sentir.

La température a une action sur les instruments de mesure, mais elle est suffisamment compensée, dans les appareils de bonne qualité, pour pouvoir être négligée, au moins dans les conditions où le dépanneur est appelé à travailler.

La position de l'instrument peut avoir une influence non négligeable sur la précision des lectures.

Certains types sont construits pour fonctionner verticalement, d'autres pour être toujours placés horizontalement, enfin, pour certains, la position est indifférente.

Il y a lieu, pour un instrument déterminé, d'examiner si la position de l'aiguille change lorsqu'on le place dans diverses positions. L'équilibre de l'aiguille à la position 0 est souvent réalisé par des contre-poids (appareil vertical) et, lorsque l'on couche l'instrument, ceux-ci n'agissent plus. Une remise à 0 au moyen de la vis prévue à cet effet ne corrige, dans ce cas, nullement l'erreur. Lorsque, par suite d'un accident, l'aiguille est pliée (lec-

ture d'une tension beaucoup trop élevée pour l'échelle employée), il ne faudrait pas croire qu'il suffit de ramener la pointe sur le 0 au moyen de la vis de réglage : Les lectures seraient dans ce cas très inexactes. Il est indispensable de redresser l'aiguille.

Fig. 15

Des erreurs appréciables peuvent également se produire par suite d'un trop grand serrage des chapes du pivot, d'un pivot voilé, etc...

3° *Erreurs dues à l'opérateur.* — La principale est dite « erreur de parallaxe » et elle provient de ce que

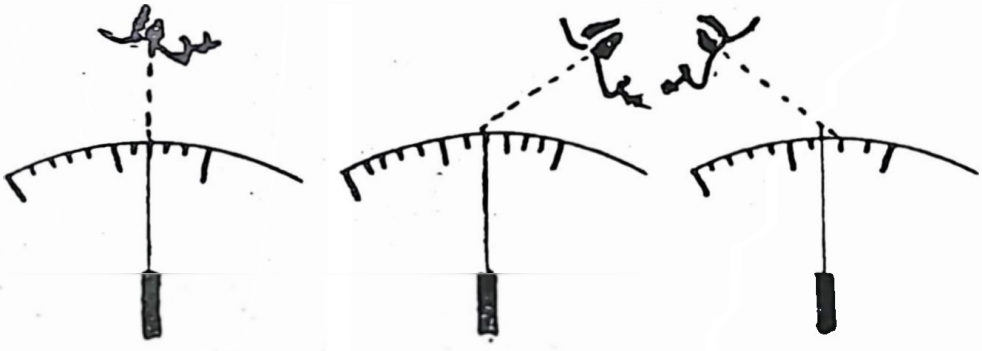
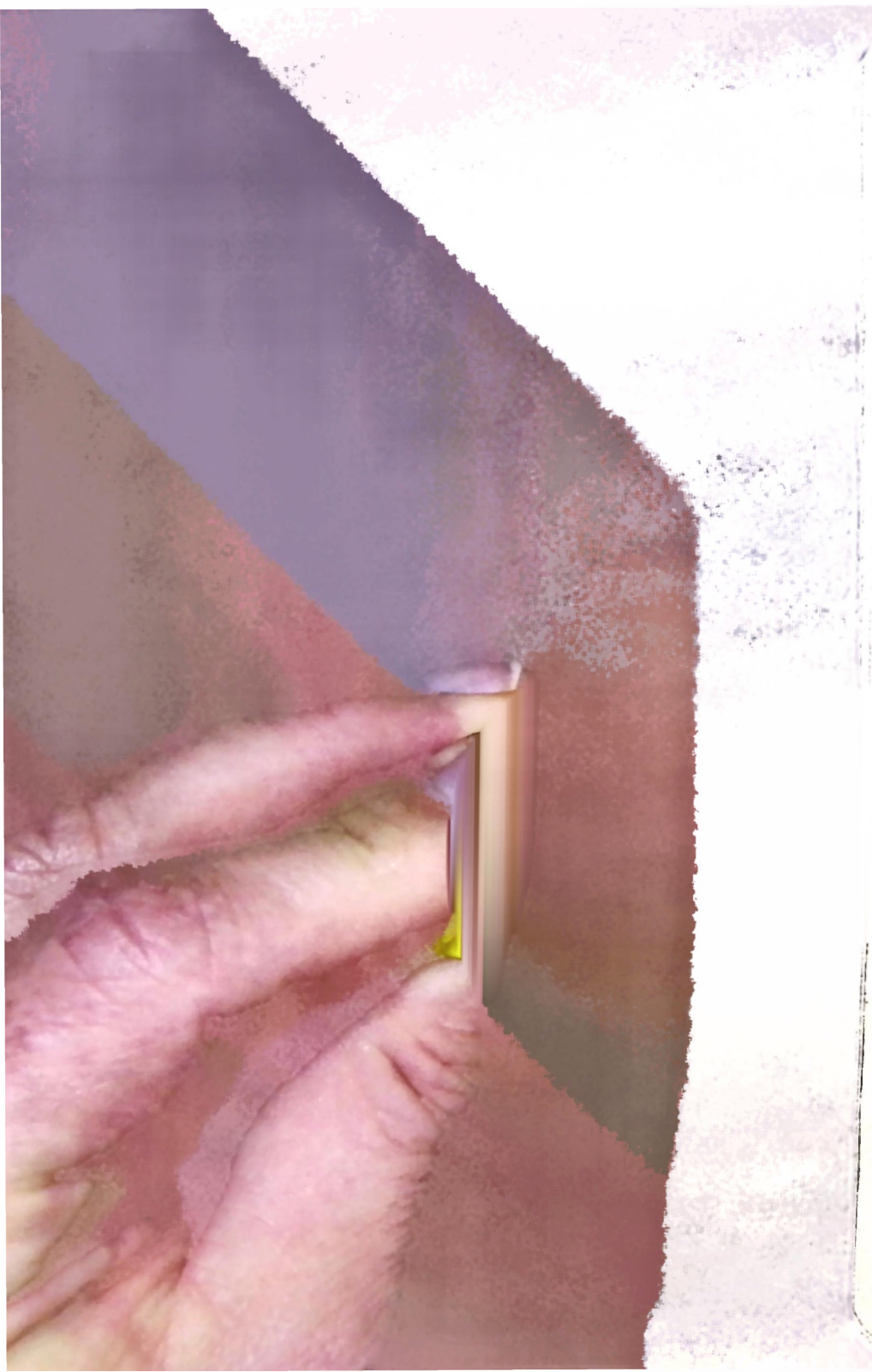


Fig. 16

l'on ne se place pas exactement en face de l'aiguille pour faire la mesure.

La fig. 16 indique ce qui se passe. Pour obvier à cet inconvénient, on fait l'aiguille la plus fine possible (aiguille couteau) et on la place très près du cadran.



Dans les instruments de grande précision, le cadran comporte sous la graduation une surface argentée formant miroir qui renvoie l'image de l'aiguille. Lorsqu'on la regarde bien de face, l'aiguille masque exactement sa propre réflexion dans le miroir et l'on sait alors que l'on est dans la bonne position pour faire la lecture..

4° *Erreurs dues à des causes extérieures.* — Les indications d'un instrument de mesure peuvent être entièrement faussées (erreur de 50 % et plus) si l'on place l'instrument dans un champ magnétique puissant.

Ce cas peut se présenter lorsque l'on approche trop l'instrument d'un H.P. dynamique. L'effet peut se faire sentir jusqu'à 30 centimètres de distance.

Une bobine de filtrage peut produire un effet analogue. Moralité : ne pas placer l'instrument sur le châssis du poste ou dans l'ébénisterie ; opérer avec des cordons assez longs pour pouvoir le laisser sur la table.

Signalons enfin une constatation que l'on fait parfois et qui ne manque pas d'intriguer le technicien : Si l'on mesure la tension dans une partie du poste où un courant variable est superposé à un courant continu (par exemple, à la sortie de la redresseuse ou encore à la plaque de la lampe finale pendant que le poste fonctionne), on trouvera une différence très notable selon que l'on opère au moyen d'un voltmètre pour courant continu ou d'un appareil à redresseur. Dans ce dernier cas, la tension lue est beaucoup plus élevée : cela est dû à ce que le premier instrument ne tient pas compte de la tension alternative superposée à la tension continue et qui peut dépasser celle-ci.

CONSTRUCTION

ET ÉTALONNAGE D'UNE HÉTÉRODYNE

La vérification et la mise au point d'un récepteur doit obligatoirement se faire dans des conditions aussi semblables que possible de celles dans lesquelles il devra normalement fonctionner.

Il n'est toutefois pas possible de disposer à toute heure de la journée d'un choix d'émissions convenables et, de plus, l'emploi de celles-ci pourrait donner lieu à de grandes difficultés à cause des parasites industriels ou atmosphériques.

Les émissions nécessaires aux opérations de réglage d'un poste doivent donc être produites sur place et c'est la fonction de l'hétérodyne de laboratoire, petit émetteur à faible puissance que l'on peut régler sur toute longueur d'onde désirable.

Il est nécessaire, toutefois, que l'on puisse agir sur l'intensité de cette émission, car autrement on pourrait aboutir à la saturation complète du poste si celui-ci était très sensible et, de plus, il faut pouvoir se rendre compte de l'effet d'une émission faible et lointaine.

On pourrait, à la rigueur, doser l'émission en éloignant plus ou moins l'hétérodyne du poste, mais ce serait là une manière fort primitive, et il est plus logique de munir l'appareil d'un dispositif de sortie réglable.

Il est toutefois nécessaire, dans ce cas, de le blinder totalement pour que les courants HF ne puissent rayonner autour de l'appareil et être captés par ailleurs

que par les connexions de couplage au poste. De plus, on évitera par ce moyen le danger de gêner les voisins.

D'autre part, il est nécessaire que l'hétérodyne soit exactement *étalonnée,* car il faut que l'on sache toujours de manière précise sur quelle longueur d'onde on travaille.

En principe, une hétérodyne est un appareil fort simple qui se compose d'une lampe quelconque montée de telle manière qu'elle entretient, par autorégénération, des oscillations HF. Un tel dispositif de principe se trouve d'ailleurs dans tout poste récepteur comprenant un changement de fréquence.

Une hétérodyne de mesure doit, toutefois, posséder certaines qualités particulières ; notamment, il faut que l'oscillation soit stable et que l'émission soit aussi constante que possible sur toute l'étendue de la gamme à couvrir. Ce dernier point est nécessaire si l'on veut pouvoir doser convenablement la HF que l'on transmet au poste.

Il existe divers montages classiques d'hétérodyne, le principe général restant le même. La plupart dérivent du montage Hartley dans lequel la plaque et la grille d'une lampe se trouvent aux extrémités opposées d'une bobine accordée, l'alimentation se faisant par une prise médiane.

Les tensions alternatives appliquées à la grille et à la plaque sont ainsi toujours de valeur égale et de sens opposé, ce qui assure la meilleure stabilité ainsi qu'une bonne régularité dans l'émission.

Un simple montage de cette espèce donne un signal en ondes entretenues qui n'est pas audible dans un récepteur normal. (On le rendrait toutefois audible dans un poste à réaction, mais ce type de récepteur tend à disparaître et n'est pas à envisager ici.)

On peut cependant se contenter de ce signal pour

régler un poste, car, s'il est muni du C.A.V. (Commande Automatique de Volume ou antifading), il suffit d'intercaler un milliampèremètre dans le circuit de plaque d'une lampe sur laquelle agit cette commande pour avoir un indicateur d'accord extrêmement précis.

Si le poste n'a pas de C.A.V., on arrive au même résultat au moyen d'un voltmètre à lampe, ainsi que nous le verrons dans le chapitre réservé à cet appareil.

Toutefois, afin de faciliter la localisation de l'émission et de permettre de faire un réglage préalable sommaire, à l'oreille, il est utile de *moduler* le signal émis par l'hétérodyne au moyen d'une note *audible*.

Celle-ci peut être quelconque. Dans les hétérodynes du commerce, on utilise en général une fréquence musicale standard de 400 périodes par seconde. Il serait, toutefois, difficile, avec des moyens de fortune, d'arriver à une fréquence déterminée, et ce n'est d'ailleurs pas du tout nécessaire pour le travail courant. Il suffit que le signal soit rendu audible par un son quelconque bien distinct.

Pour moduler une hétérodyne, il y a plusieurs moyens, mais le plus simple consiste à utiliser une lampe séparée que l'on fait osciller en BF.

Les deux lampes sont couplées de telle manière que les oscillations se superposent. Dans les hétérodynes de laboratoire, le degré de couplage est variable, et l'on peut appliquer à l'émission un *taux de modulation* défini et exactement mesuré.

Dans un appareil simple destiné à des besognes courantes, un tel dispositif n'est pas indispensable. Il serait, de plus, difficile à étalonner correctement.

On se contentera de rendre l'émission nettement audible dans le haut-parleur sans trop pousser la modulation, ce qui pourrait donner lieu à des inconvénients.

Le schéma d'un appareil est donné par la fig. 17.

S_1, S_2 et S_5 constituent l'enroulement P.O. S_1 et S_2 ont 42 tours, S_5 a 10 à 20 tours.

S_3, S_4 et S_6 forment l'enroulement G.O. S_3 et S_4 ont chacun 160 tours. S_6 a 30 tours environ.

Les bornes A et B sont reliées au récepteur.

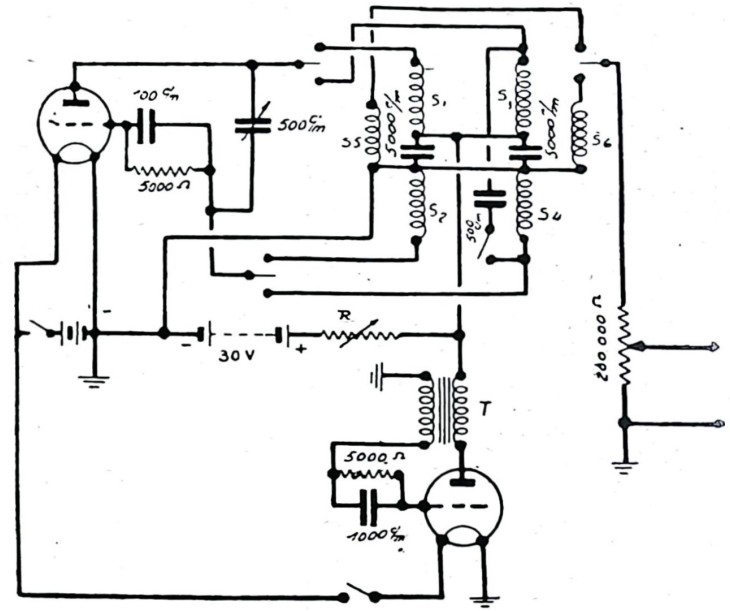


Fig. 17

Les bobinages peuvent être achetés dans le commerce ou réalisés suivant les données de la fig. 18.

A = 6 rainures pour recevoir des petites plaquettes en bakélite ;

B = 8 rainures contenant chacune 40 tours de fil de cuivre, 0,3 mm sous double couche de soie ;

C = supports métalliques pour l'enroulement G.O. ;

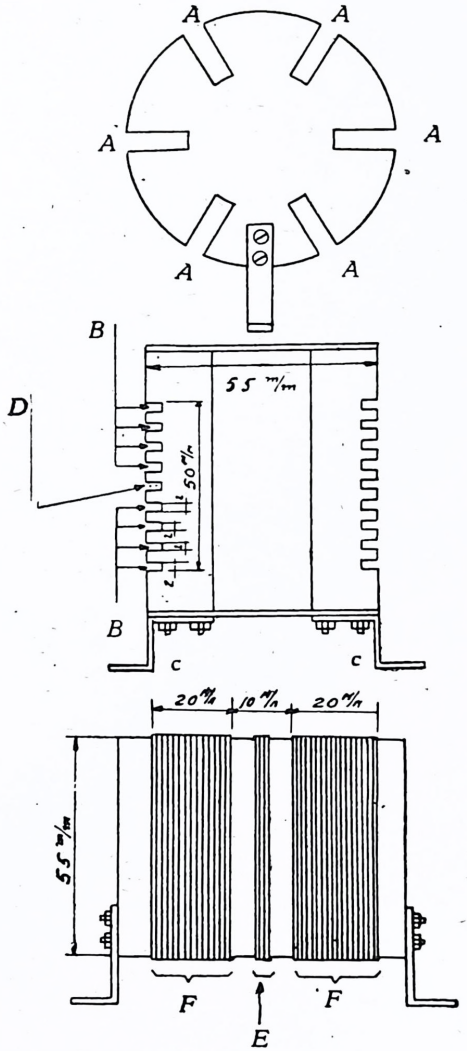
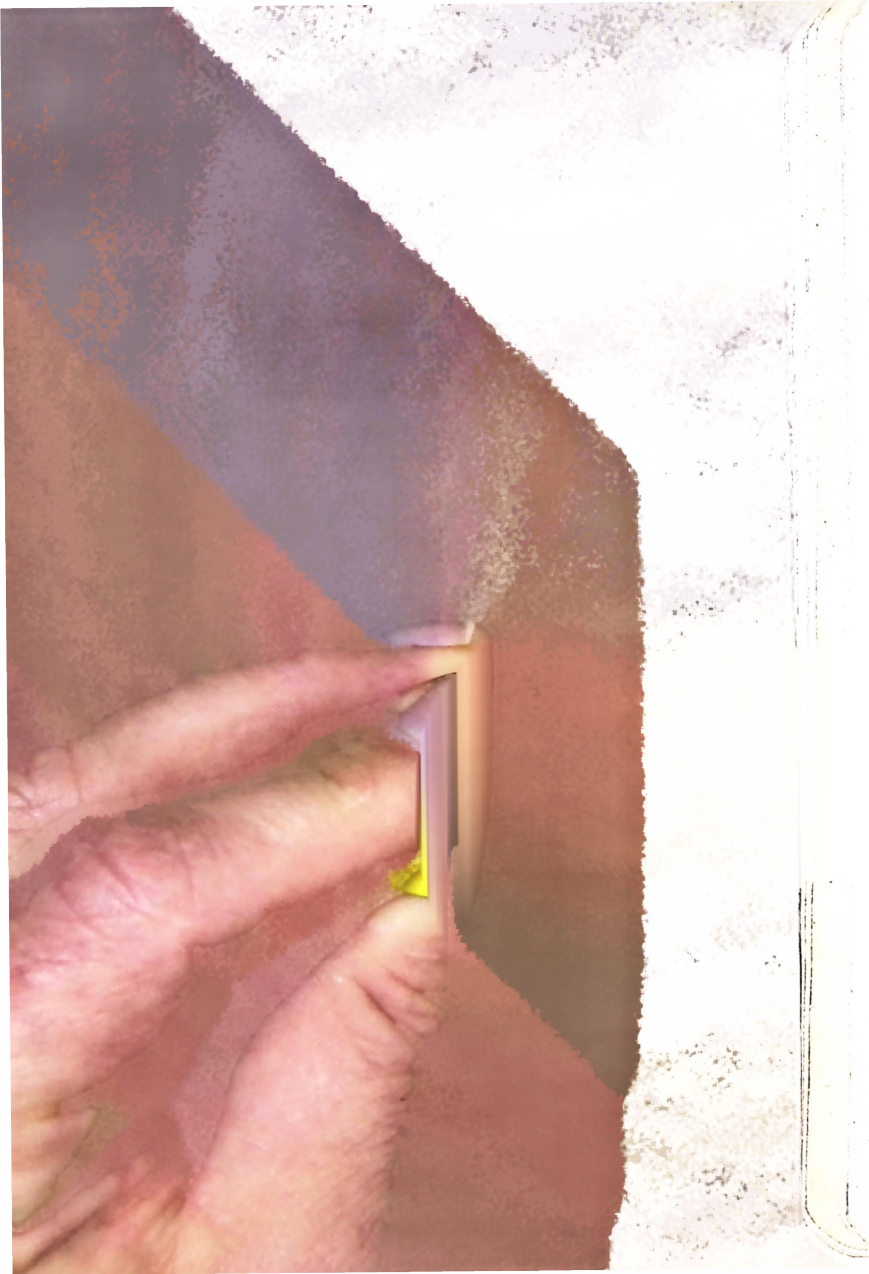


Fig. 18



D = enroulement de couplage G.O., 30 tours, 0,3 mm. D.S. ;

E = enroulement de couplage P.O., 10 tours, 0,3 mm. D.S. ;

F = 2 × 42 tours, 0,3 mm. D.S.

Les enroulements pour G.O. se trouvent dans une position verticale, ceux pour les P.O. dans la position horizontale (partie inférieure de la fig. 18).

Ci-dessous la liste complète des pièces nécessaires pour la construction de l'appareil :

1 jeu de bobinages,
1 condensateur variable 500 μμF, de préférence à coupe logarithmique,
1 cadran démultiplicateur *très précis* et absolument sans jeu,
1 commutateur triple,
3 interrupteurs simples,
1 résistance variable 500 ohms, de préférence bobinée,
1 potentiomètre de 250.000 ohms,
2 condensateurs au mica de 5000 μμF,
1 condensateur au mica de 1000 μμF,
1 condensateur au mica de 500 μμF,
1 condensateur au mica de 100 μμF,
2 résistances au carbone 5000 ohms,
2 lampes triodes type 2 volts (type 30 américain),
1 vieux transformateur B.F., dont on aura enlevé une grande partie du fer,
2 supports de lampe,
1 accumulateur 2 volts 20 Ah, type à liquide immobilisé,
2 piles de polarisation de 15 volts,
1 boîte métallique de 30 × 25 × 25 cm.

Nous avons employé des lampes américaines, mais

n'importe quelle triode, même de modèle ancien, peut servir.

Nous avons indiqué dans ce schéma une alimentation par batteries et cela pour diverses raisons : Tout d'abord beaucoup de nos lecteurs auront au fond de leurs tiroirs des stocks de vieilles lampes à batteries, pouvant parfaitement convenir. D'autre part, l'appareil est de cette manière tout à fait indépendant et portatif. On peut, en le disposant autrement, l'installer dans une valise. Les batteries nécessaires sont, en effet, réduites au minimum.

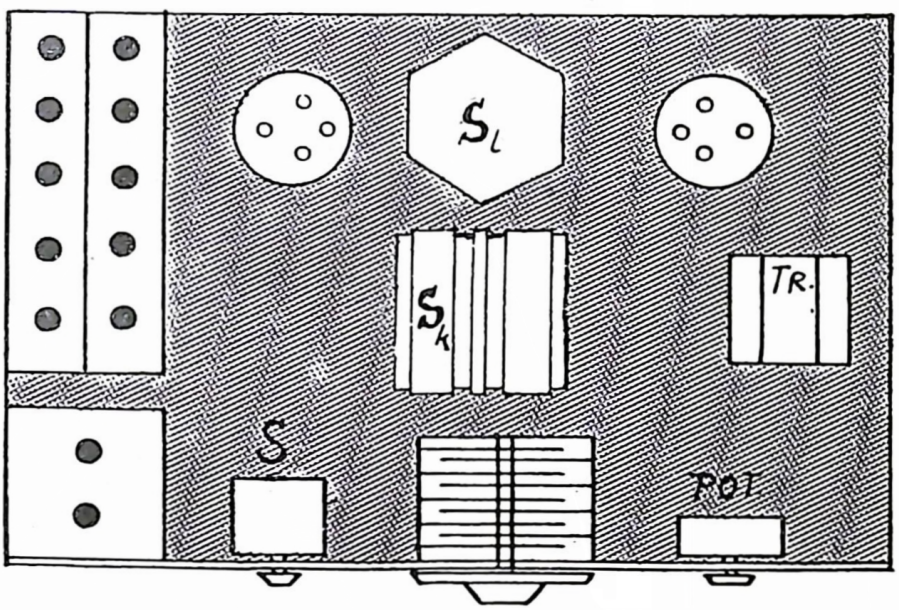


Fig. 19

Il va de soi que rien n'est plus simple que de construire un appareil similaire pour courant alternatif, mais, dans ce cas, toute l'alimentation devra être incluse dans le blindage et il pourra être bon d'intercaler des

bobines d'arrêt HF dans les fils d'amenée de courant de secteur, afin que celui-ci ne forme pas antenne et ne rayonne pas les oscillations HF dans le voisinage.

Pour le secteur continu, on aura intérêt à réaliser l'appareil sous la forme universelle, avec lampe redresseuse 25Z5.

Pour la disposition des organes on pourra se reporter au croquis fig. 19.

TR = transformateur BF,
S = interrupteur,
S_k = bobine ondes courtes,
S_l = bobine ondes longues.

L'appareil est dans un coffret en tôle de fer ou d'aluminium entièrement fermé dont les dimensions ont été données ci-dessus. Certaines précautions seront nécessaires pour *isoler l'axe du condensateur,* car les lames mobiles sont, tout comme les lames fixes, à un potentiel HF par rapport à la masse. Dans certains condensateurs du commerce (anciens modèles Carpentier par exemple), on peut remplacer l'axe en acier par une tige en bois dur ou en bakélite et cela est un grand avantage pour éviter des effets de capacité.

Il va de soi que la cage extérieure, portant les lames fixes, doit aussi être isolée du châssis métallique.

Le condensateur lui-même devra être précis et robuste. On veillera à ce qu'il n'ait pas de jeu dans les coussinets tout en n'étant pas dur à tourner.

Le cadran doit être assez fortement démultiplié et avoir une graduation claire. Les anciens cadrans « Wireless » conviennent particulièrement. La grande surface disponible qu'ils présentent est utile pour y inscrire divers repères d'étalonnage.

Nous conseillons de faire les inscriptions à l'encre de chine, noire pour la gamme 200-600 mètres et rouge pour les G.O. et la MF.

Si l'on ne regarde pas strictement à la dépense, il sera utile de monter un milliampèremètre (un appareil de qualité quelconque suffit) de 0-2 mA dans le retour de l'alimentation de plaque. Cet instrument permettra de contrôler en permanence le bon fonctionnement de l'hétérodyne et avertira quand les batteries seront déchargées.

Le câblage peut se faire avec n'importe quel fil, mais il y a intérêt à ce qu'il soit suffisamment rigide et il faut veiller à ce que les connexions soient courtes et directes.

Les capacités fixes seront obligatoirement *au mica*.

La batterie de chauffage sera de préférence à liquide immobilisé du modèle vendu pour les postes portatifs. Celle de tension anodique sera composée de deux batteries de 15 volts du type dit « de polarisation ».

La tension de 30 volts suffit à un fonctionnement parfait et, comme le débit n'est que de 1 ou 2 mA, la durée est très longue.

Il est à recommander d'utiliser des lampes se chauffant sous 2 volts, la batterie de chauffage peut alors n'avoir qu'un seul élément d'une capacité supérieure et nécessite des recharges moins fréquentes.

ÉTALONNAGE

La méthode la plus simple consiste à utiliser un poste récepteur fonctionnant normalement.

On préparera une feuille de papier millimétrique (1), sur laquelle on tracera une ligne verticale et une autre horizontale (fig. 20 *a* et *b*). Sur la première on indiquera les longueurs d'onde de 190 à 600 mètres, sur la seconde les degrés du cadran.

---

(1) Quatre feuilles de ce papier sont jointes à cet effet au présent ouvrage.

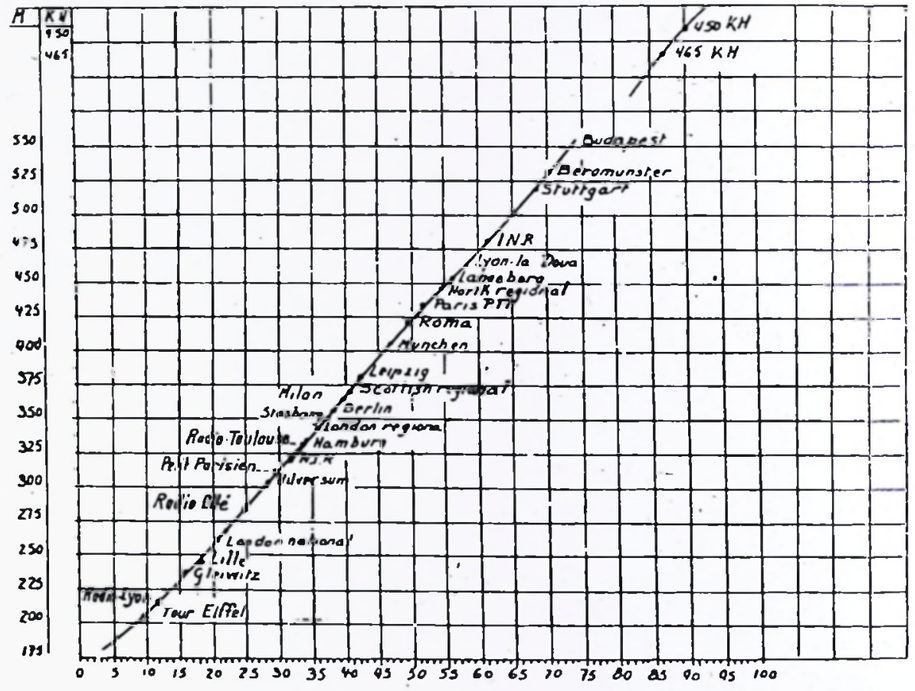


Fig. 20 *a*.

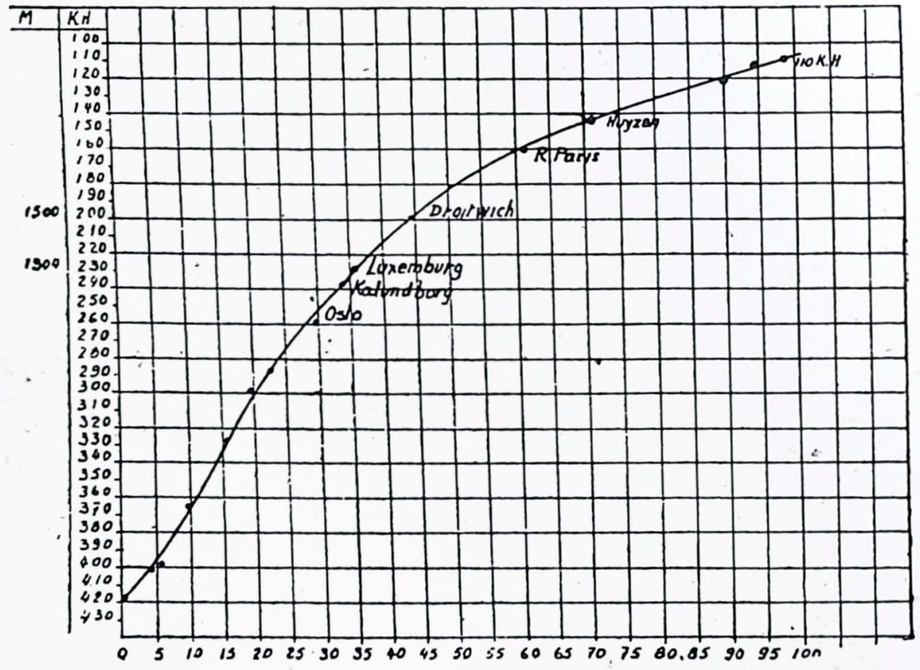


Fig. 20 *b*.

On prendra alors, à l'aide du récepteur, une série de stations facilement identifiables.

Commençons, par exemple, par une station régionale sur 200 mètres environ.

Après avoir correctement syntonisé le poste, on met l'hétérodyne en marche et on l'amène sur le réglage correspondant à cette émission, c'est-à-dire tout à fait au bas de la gamme P.O. Il est inutile de réunir l'hétérodyne directement au poste pour cette opération, un morceau de fil quelconque attaché à la borne de sortie et traînant dans le voisinage de l'antenne suffira comme couplage.

En tournant lentement le bouton de l'hétérodyne, on entend, à un moment donné, un fort sifflement correspondant au battement d'interférence entre l'hétérodyne et l'émission que l'on reçoit.

La note devient de plus en plus grave, passe par un point de silence et remonte ensuite vers l'aigu.

Le point exact, où il y a silence *complet* entre les deux zones de sifflement, correspond à la syntonisation rigoureuse de l'hétérodyne avec le poste émetteur que l'on reçoit.

On trace sur le cadran un repère pour retrouver cette longueur d'onde qui nous sera utile au cours des réglages de postes que nous aurons à faire avec l'hétérodyne.

D'autre part, sur notre feuille de papier nous marquons un point à l'intersection de la ligne verticale, correspondant au degré du cadran de l'hétérodyne et de la ligne horizontale correspondant à la longueur d'onde exacte du poste émetteur en question.

On répète les opérations ci-dessus pour un aussi grand nombre de stations que possible dans toute l'étendue de la gamme P.O.

Il suffit alors de réunir par une ligne continue tous les points marqués sur la feuille quadrillée pour avoir

la *courbe d'étalonnage P.O.* de notre hétérodyne, qui permettra de déterminer la position exacte du cadran pour n'importe quelle longueur d'onde comprise dans la gamme.

La précision de l'étalonnage est d'autant plus grande que l'on aura opéré sur un plus grand nombre de stations et, d'autre part, que la graduation du cadran est plus fine. Un cadran réglé en 180° sera d'une lecture plus précise qu'un cadran gradué en 100°.

Une succession d'opérations identiques fournit la feuille d'étalonnage G.O.

Il reste maintenant la détermination du réglage de l'hétérodyne correspondant aux fréquences utilisées en MF.

Si l'hétérodyne est destinée à des travaux sur toutes sortes de postes du commerce, il ne suffira pas d'avoir le réglage correspondant à une fréquence déterminée (par exemple 110 kHz), mais bien toute une gamme de fréquences, car il n'y a malheureusement en Europe aucune standardisation dans la construction des supers et chaque constructeur utilise une MF différente selon sa fantaisie. On trouve donc toutes sortes de MF comprises entre 100 et 160 kHz et, d'autre part, un groupe différent entre 450 et 475 kHz.

En France, grâce à l'initiative du S.P.I.R., depuis 1937 la *valeur standard* adoptée pour la MF est de 472 *kHz*. On la trouvera donc sur tous les récepteurs récents de construction française.

Il va de soi que les MF sont choisies autant que possible dans les longueurs d'onde où il n'y a aucune station radiophonique, ni de station télégraphique puissante ; faute de quoi l'on pourrait avoir des interférences fort gênantes.

Nous ne pouvons donc déterminer le réglage par la méthode précédente.

Il existe, heureusement, un procédé fort simple qui permet d'arriver au même résultat : Il suffit d'utiliser une *harmonique* de notre hétérodyne.

En effet, une lampe qui oscille ne produit pas une fréquence unique : Si le circuit est réglé sur une fréquence, mettons de 600 kHz, il y aura production simultanée des fréquences 1200 kHz, 1800 kHz, etc., correspondant à 2, 3, 4 fois, etc., la fréquence *fondamentale*. Ces émissions supplémentaires sont appelées harmoniques par analogie avec un phénomène correspondant qui se produit dans le domaine de l'acoustique.

Les harmoniques sont plus faibles que l'émission fondamentale et d'autant plus qu'elles en sont plus éloignées.

Avec l'hétérodyne décrite on peut toutefois aisément détecter la 10e harmonique.

Pour déterminer des fréquences situées en dehors de la gamme du broadcasting, nous utiliserons des stations dont la longueur d'onde correspond à une des harmoniques de la MF sur laquelle on veut accorder l'hétérodyne.

La façon de procéder est la suivante :

Prenons, sur le poste, Droitwich : La longueur d'onde de cette station est exactement 1.500 mètres, soit 200 kHz exprimée en fréquences. Mettons en marche l'hétérodyne sur la gamme G.O. En amenant le réglage sur Droitwich, nous aurons le sifflement habituel : Le point de repère exact de cette station a été trouvé tout à l'heure.

Tournons maintenant le cadran vers le haut, c'est-à-dire vers une longueur d'onde plus grande. Nous trouverons, quelque part au-delà de Huizen, un nouveau point d'interférence mais donnant un sifflement un peu plus faible : C'est l'harmonique 2 de la fréquence 100 kilohertz qui bat maintenant avec Droitwich. Nous en

concluons que l'hétérodyne est maintenant réglée exactement sur 100 kHz.

Nous marquons soigneusement sur le cadran un repère correspondant au point de silence de ce réglage. C'est la limite de la gamme des MF utilisées de nos jours.

REMARQUE. — Normalement, avec un bobinage établi exactement comme nous l'avons indiqué, ce point doit tomber dans la gamme des G.O. à 2 ou 4 degrés avant la fin de course du cadran.

Il se peut, toutefois, que, par suite des caractéristiques du condensateur d'accord utilisé, on ne le trouve pas. Il faudra alors ajouter *en parallèle* sur le condensateur une capacité au mica de 100 ou 200 µµF que l'on puisse mettre hors circuit au moyen d'un interrupteur. On n'utilisera cette capacité que pour la gamme des MF, car autrement on risquerait de ne plus couvrir convenablement les autres gammes.

Ayant trouvé le point d'accord de 100 kHz, on en détermine alors d'autres par le même procédé : Luxembourg 1.300 mètres (230 kHz) donnera un point correspondant à 115 kHz.

Ces points seront reportés sur la feuille d'étalonnage G.O., ou bien, si l'on a été obligé d'utiliser une capacité supplémentaire, sur une feuille spéciale.

Dans ce dernier cas, on reportera sur cette feuille le repérage direct de Huizen (160 kHz) pour pouvoir tracer la courbe complète de la gamme MF.

Nous pouvons maintenant, à l'aide de la courbe, déterminer toutes les MF comprises entre 100 et 160 kHz.

Pour faciliter la lecture, on complète l'échelle en mètres de la feuille par une échelle juxtaposée en kilo-

hertz. Il suffira pour cela de se reporter à la table de conversion figurant à la fin de l'ouvrage.

Pour placer très exactement un repère sur le cadran, correspondant à une MF dont on a couramment à se servir, on peut faire un contrôle en utilisant cette fois l'harmonique 5 ou 6. Ces dernières battent avec des stations de la gamme P.O. et, comme celles-ci sont plus nombreuses, elles comprennent un plus grand choix d'étalons.

Soit, par exemple, à déterminer 110 kHz : On commence par régler l'hétérodyne aussi exactement que possible sur cette fréquence en se servant de la courbe d'étalonnage déterminée ci-dessus. On prend alors sur le récepteur la station Langenberg : Fréquence 658 kHz. Cette fréquence est très proche de l'harmonique 6 (660 kHz) de l'hétérodyne réglé sur 110 kHz; toutefois, comme celle-ci est assez faible, il peut être nécessaire de rapprocher de l'antenne le fil de couplage de l'hétérodyne.

En réalité, si nous accordons alors l'hétérodyne sur le point de silence nous aurons 658 : 6 = 109,6 kHz, soit une erreur de 0,34 kHz en moins, trop petite pour affecter le moins du monde le rendement d'un poste réglé sur cette base.

Par le même procédé on peut déterminer 130 kHz par exemple à l'aide de Toulouse (776 kHz) ou Lyon-la-Doua (648 kHz, harmonique 5).

La tendance dans les supers modernes toutes ondes est d'utiliser une MF de l'ordre de 460 ou 475 kHz, une longueur d'onde, par conséquent, se trouvant entre les P.O. et les G.O.

Cela nécessite une deuxième gamme MF sur notre hétérodyne.

Elle se trouvera dans le prolongement de la courbe des P.O. sur la feuille d'étalonnage affectée à celles-ci.

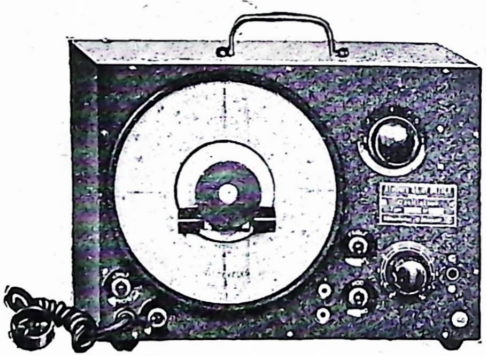
Normalement l'hétérodyne ne monte que jusqu'à 650 mètres (460 kHz); on utilisera à nouveau la capacité d'appoint et on fera une feuille séparée.

La détermination des points de repère est facile en utilisant les harmoniques 2 et 3.

Par exemple : Brno (922 kHz) donne le réglage pour 460 kHz (à 1 kHz près), Bruxelles II (932 kHz) pour 465 kHz (également à 1 kHz près).

L'emploi détaillé de l'hétérodyne se trouve au chapitre concernant le réglage d'un poste.

REMARQUE. — L'hétérodyne décrite ci-dessus suffit pour les besoins courants d'un atelier de dépannage. Ceux qui voudraient construire un appareil plus perfectionné trouveront les renseignements nécessaires dans l'ouvrage *Les Mesures du Radiotechnicien* (comment équiper son laboratoire — comment s'en servir), de Hugues Gilloux.



Aspect d'une hétérodyne modulée du commerce (Oscillateur *Osmo A4*).

ANTENNE ARTIFICIELLE

Une antenne normale possède à la fois de la self-induction, de la capacité et de la résistance.

Si nous connections directement le récepteur à l'hétérodyne, nous ne réaliserions pas exactement ces conditions et le fonctionnement pourrait n'être pas exactement conforme à ce qu'il serait sur une antenne véritable.

Les Américains attachent une grande importance à ce point et ont réalisé un montage appelé « antenne standard », dont nous donnons le schéma fig. 21.

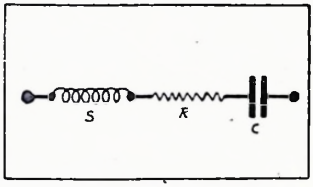


Fig. 21

Dans le but d'obtenir un point de comparaison précis entre postes de divers types, on a standardisé très exactement les valeurs.

Si l'on a à régler un poste commercial de marque américaine et assez récent, il y a beaucoup de chances pour que sa mise au point ait été faite sur un dispositif conforme à celui donné ci-dessus. Toutefois, à notre connaissance, beaucoup de firmes n'ont pas encore introduit des procédés aussi rigoureux dans leurs laboratoires.

Il va de soi que, comme il existe des différences énormes entre les antennes sur lesquelles les récepteurs doivent fonctionner en réalité, les valeurs de cet accessoire sont purement conventionnelles et n'ont aucune

prétention à représenter la réalité. Elles ont été simplement établies dans un but de standardisation entre usines pour créer une commune mesure du rendement des postes.

On pourrait s'écarter assez largement des valeurs indiquées sans *qu'en soi* le dispositif fonctionne moins bien.

Il y a intérêt à ce que cet appareil soit monté dans une petite boîte blindée, afin d'éviter qu'il ne joue réellement le rôle d'antenne et capte des émissions autres que celles de l'hétérodyne. Il peut d'ailleurs être incorporé dans celle-ci.

Les valeurs standard pour le schéma 18 sont :

S = 20 microhenrys,
R = 25 ohms,
C = 200 μμF.

Dans la pratique on peut se passer de S, et on donnera les valeurs suivantes :

R = 100 ohms,
C = 200 μμF.

Dépanner c'est réfléchir, mesurer, interpréter les résultats, poser le diagnostic et réparer.

CONSTRUCTION D'UN VOLTMÈTRE A LAMPE

Un moyen facile de mesurer des tensions alternatives de fréquence élevée est de les détecter au moyen d'une lampe, c'est-à-dire de les redresser. On opère ensuite comme s'il s'agissait de mesures en courant continu.

On pourrait aussi les redresser au moyen d'une cellule oxymétal comme nous l'avons fait pour les courants alternatifs à basse fréquence. Il existe un type spécial (Westector) établi par Westinghouse pour faire la détection dans les postes récepteurs. Toutefois, outre que ce dispositif est assez peu sensible, il ne présente pas le même avantage que la lampe qui assure en même temps une *amplification* des quantités à mesurer.

On peut, de plus, amplifier les courants HF avant leur détection et aussi les courants détectés. C'est exactement ce qui se passe dans un poste récepteur de T.S.F.

Nous laisserons de côté les nombreux usages que l'on fait du voltmètre à lampe dans les laboratoires pour ne considérer que les applications intéressant le technicien dépanneur.

L'emploi principal qu'il fera de ce dispositif sera pour l'alignement des circuits résonnants des postes récepteurs. Lorsqu'un poste est muni du C. A. V., il suffit d'intercaler un milliampèremètre dans le circuit de plaque d'une des lampes sur lesquelles agit le système pour avoir une indication visible du réglage des circuits.

Beaucoup de postes sont d'ailleurs équipés par le constructeur d'un indicateur visuel d'accord qui peut être constitué par un dispositif électromagnétique ou par une lampe au néon. A la rigueur, les indications fournies par ces accessoires peuvent servir à faire un alignement des circuits, mais elles sont d'ordinaire insuffisamment nettes pour un travail précis.

Par contre, une lampe indicatrice « œil magique » ou « trèfle cathodique » (6E5, 6G5, EM1, etc.,), donne une indication dont la précision ne laisse rien à désirer. C'est pratiquement l'équivalent d'un voltmètre à lampe.

Deux procédés classiques existent pour le réglage visuel des circuits : l' « output-meter » qui est un instrument connecté derrière la lampe finale et qui mesure le *courant BF* débité par celle-ci et le voltmètre à lampe connecté en parallèle avec la détectrice ou à un point judicieusement choisi du circuit de C.A.V.

Dans le premier cas, il est nécessaire de fournir au poste une onde-porteuse *modulée* pour que l'appareil donne une indication quelconque. On doit donc disposer d'une hétérodyne modulée.

De plus, les lectures peuvent être rendues très inexactes par suite de défauts dans les parties détectrice et BF du poste qui interviennent pour l'obtention de la mesure.

Le second système, qui est une mesure directe de la HF, ne demande aucune modulation du signal. On peut donc se servir d'une hétérodyne non modulée ou, à défaut, d'une onde porteuse.

Le principe fondamental du voltmètre à lampe est celui de la détectrice par caractéristique de plaque, c'est-à-dire une lampe de type quelconque dont la grille est polarisée négativement au point exact où le courant anodique égale 0. Un milliampèremètre est intercalé dans le circuit de plaque.

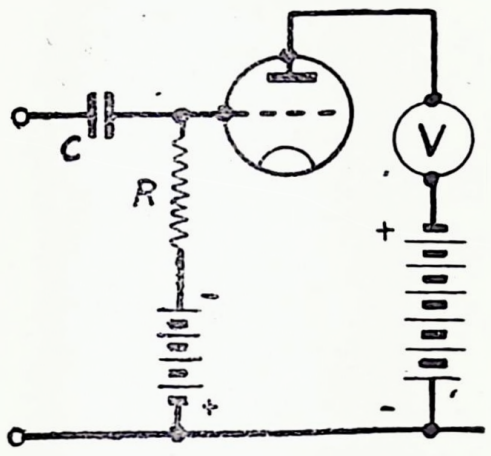


Fig. 22

La fig. 22 donne le schéma théorique.

Tout signal *alternatif* appliqué à la grille de cette lampe fait naître un courant de plaque qui *augmente* avec le signal et est *proportionnel au courant moyen redressé.*

Le type de lampe à utiliser dépend de l'usage auquel on destine l'appareil : Si l'on a à mesurer des tensions très faibles et qu'il faut par conséquent une grande *sensibilité,* une lampe à grille écran peut être utile. On peut même monter un dispositif à deux étages.

Si, par contre, l'appareil doit supporter des tensions alternatives assez élevées, il faut utiliser une lampe capable de les « digérer ». Dans ce cas, une triode BF s'impose, voire une lampe de puissance.

La capacité C indiquée dans le schéma théorique est destinée à isoler la grille du circuit fournissant la tension à mesurer pour éviter de court-circuiter le dispositif de polarisation de grille.

Sa valeur peut être très petite (100 μμF) s'il s'agit de mesurer uniquement des courants HF. Pour les mesures en BF cette capacité devra être augmentée jusqu'à 0,1 μF environ).

R est une résistance de fuite assurant la polarisation de la grille. Sa valeur peut être d'autant moins élevée que C est plus grand. Une bonne valeur moyenne est 250.000 ohms. On ne doit, toutefois, pas perdre de vue que cette résistance shunte le circuit dans lequel on fait la mesure et, par conséquent, diminue l'impédance de celui-ci, ce qui peut avoir des inconvénients dans

certains cas. On ne peut donc pas adopter une valeur trop faible.

La figure 23 donne le schéma d'un voltmètre à lampe complet.

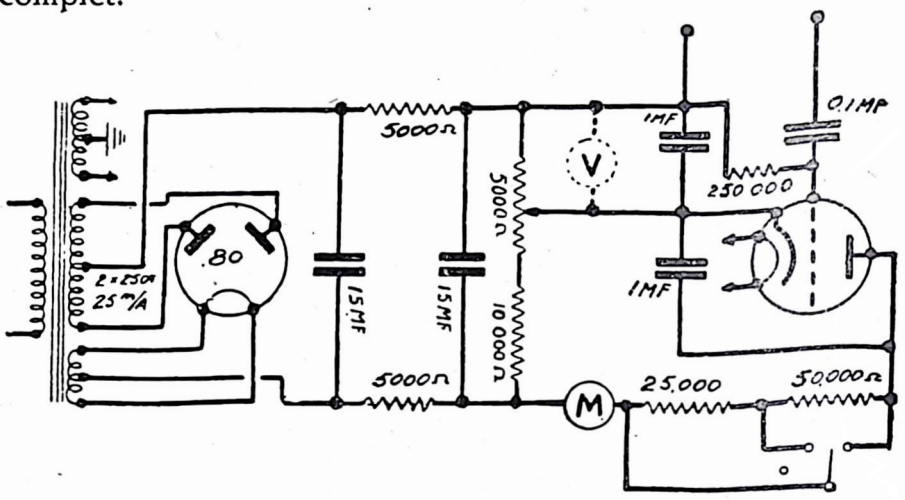


Fig. 23

L'appareil est destiné à fonctionner directement sur le courant alternatif. L'alimentation est fournie par un transformateur et une lampe redresseuse type 80. La lampe voltmètre proprement dite est une triode qui peut être du type 76 ou 6C5 ou, si l'on désire, plus de sensibilité, une 6F5 ou encore une triode européenne à forte pente.

Le filtrage se fait au moyen de deux capacités électrolytiques de 15 μμF et, en raison du faible débit, les bobines de filtrage peuvent être remplacées par des résistances de 5.000 ohms type 3 watts.

En shunt sur la sortie de l'alimentation se trouve une résistance bobinée de 10.000 ohms (10 watts), en série avec un potentiomètre bobiné de 5.000 ohms. Ce dernier sert à donner la polarisation de grille convenable.

Dans le circuit de plaque se trouvent deux résistances respectivement de 50.000 et 250.000 ohms (1) pouvant être court-circuitées et qui servent à modifier la sensibilité de l'appareil suivant les besoins.

Un milliampèremètre de 0-2 mA ou de 0-1 mA dans le cas de l'emploi d'une lampe 6F5 est également branché dans le circuit de plaque.

Enfin, il est utile de compléter l'appareil par un voltmètre à cadre assez précis (200 ohms par volt au moins) gradué de 0 à 120 volts (ou quelque chose d'approchant) connecté entre la cathode et la masse.

Il convient de remarquer ici que, pour les travaux courants de dépannage ou de réglage, le voltmètre à lampe sert plutôt à fournir des *indications* que des *mesures* et qu'en conséquence il n'est pas du tout indispensable qu'il soit étalonné.

L'utilisation la plus courante sera le réglage de postes non munis de C.A.V. ou dans lesquels l'insertion d'un milliampèremètre dans un circuit de plaque serait moins facile que le branchement du voltmètre à lampe, ou, enfin, lorsque par suite du manque d'efficacité du C. A. V., des indications plus précises sont désirables.

Le point où il convient de brancher le voltmètre à lampe dans le poste type, dont le schéma est donné page 112, est entre une des diodes et la masse ou, de préférence, en parallèle sur l'ensemble R14 et R15. La connexion de grille du voltmètre étant reliée au-dessus de la résistance R14, et la masse du voltmètre à la masse du poste.

La méthode à suivre pour le réglage du poste est celle donnée page 109 et suivantes mais en tenant compte du fait que l'on doit chercher à obtenir le courant *maximum,* alors qu'avec le procédé du milliampère-

(1) La figure indique 25.000 par suite d'une erreur de clichage.

mètre, c'est le courant *minimum* qui correspond au meilleur réglage.

Pour maintenir l'aiguille dans les limites de la graduation, on devra chercher la sensibilité qui convient.

Avant de passer aux autres utilisations du voltmètre à lampe, nous devons faire observer qu'un étalonnage *direct* de l'appareil, en *volts efficaces*, par exemple, n'est pas possible et cela pour plusieurs raisons. Il y a d'abord le fait que, par suite de la courbure de la caractéristique de la lampe, l'espacement des degrés représentant les tensions n'est pas régulier, et ces degrés ne se superposent pas à ceux correspondant aux fractions de millis. On ne peut donc pas partir de ceux-ci comme base.

Nous avons dit que l'indication du milliampèremètre était fonction du *courant moyen redressé ;* or, la relation entre celui-ci et le courant *efficace* n'est exacte que pour du courant alternatif à caractéristique régulière sinusoïdale; pour des courants dont le caractère est différent, la relation est autre ; finalement, pour les fréquences élevées les indications de l'appareil sont faussées à cause de la capacité interne de la lampe.

La conclusion de tout cela c'est que, si l'on désire une graduation en volts efficaces du milliampèremètre, il faut réaliser entièrement celle-ci par comparaison avec un voltmètre pour alternatif et en appliquant à la grille un courant de même nature que celui que l'on est appelé à mesurer.

Le plus simple est d'utiliser le courant alternatif du secteur que l'on abaisse à quelques volts au moyen d'un petit transformateur. On appliquera des tensions progressives à la grille au moyen d'un potentiomètre tout en les mesurant *simultanément* au moyen d'un voltmètre étalon.

Sous la forme envisagée jusqu'ici le voltmètre à lampe ne permet de mesurer que les tensions dont la pointe ne dépasse pas deux fois la polarisation appliquée à la grille. Pour des tensions plus élevées il faudrait utiliser une lampe de puissance, et même alors on est limité, ou interposer un atténuateur réduisant la tension d'une quantité *connue* (potentiomètre).

On peut aussi utiliser l'appareil d'une toute autre manière qui augmente très considérablement les tensions qu'il peut mesurer et permet des emplois très utiles. Cela consiste à mesurer la *tension de pointe.*

Il est à remarquer que la tension de pointe est précisément ce qui nous intéresse dans bien des cas et qu'il est toujours facile d'en déduire la tension efficace lorsqu'il s'agit de courants à caractère régulier. Il suffit de multiplier par 0,7 la tension de pointe.

On procède comme suit :

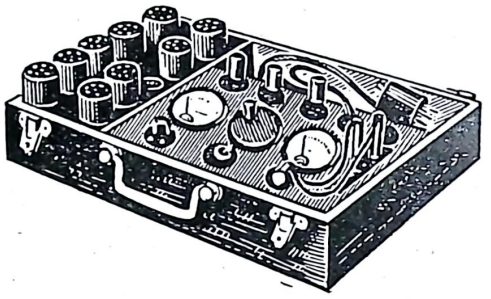
On note sur le voltmètre V la tension de polarisation nécessaire pour tout juste annuler le courant de plaque, on applique ensuite aux bornes de l'appareil la tension à mesurer et, en agissant sur le potentiomètre P, on réduit à nouveau le courant de plaque exactement au point 0. On lit la nouvelle tension marquée par le voltmètre et on en soustrait la tension primitive : la différence entre ces deux tensions est exactement la tension de pointe cherchée.

On peut, par ce procédé, mesurer autant de volts qu'il y a de tension négative disponible aux bornes de l'alimentation du voltmètre à lampe.

Voici quelques applications du voltmètre à lampe dans la pratique courante de l'atelier de dépannage : Mesure de la tension de pointe BF appliquée aux différentes grilles d'un amplificateur, comparaison des tensions appliquées aux deux grilles d'un étage push-pull,

afin de voir s'il est convenablement équilibré. Pour ces deux opérations, l'amplificateur est branché sur un générateur de fréquences musicales comme celui décrit dans une autre section de cet ouvrage.

Enfin, l'appareil peut encore servir d' « output-meter » ainsi que pour mesurer la tension de sortie d'une hétérodyne ou générateur d'oscillations BF.



Un instrument de dépannage ingénieux, le *Moval*, permettant de faire des mesures sur un châssis sans le démonter. Des bouchons sont successivement placés sur le châssis à la place des lampes que l'on pose dans les supports correspondants de l'instrument. Ainsi le milliampèremètre et le voltmètre se trouvent automatiquement connectés aux divers circuits correspondants.

LA VERIFICATION DES LAMPES

Parmi les opérations que doit nécessairement faire quiconque tient commerce de radio, la vérification des lampes est une des plus fréquentes.

Or, il n'est pas exagéré de dire que pas un détaillant sur dix (et nous sommes encore généreux), n'est outillé pour faire convenablement ce travail.

Nous ne mentionnerons que pour mémoire ceux qui se contentent de vérifier avec une pile et un voltmètre l'intégrité du filament ; la plupart des autres se bornent à planter la lampe douteuse dans un récepteur et à constater si « elle donne de la musique »...

Or, il faut bien dire qu'une telle épreuve, surtout si elle ne dure que quelques secondes, est très insuffisante. Et s'il s'agit d'une lampe peu courante l'essai devient impossible.

Pour pouvoir juger exactement de l'état d'un tube électronique, il faudrait pouvoir en relever les caractéristiques dans des conditions se rapprochant de celles du travail normal.

Cela nécessiterait une installation très compliquée comportant plusieurs appareils de mesure correspondant aux divers électrodes (plaque, grille, écran, cathode), le courant inverse de grille serait décelé par un micro-ampèremètre, et les essais devraient se faire aussi en appliquant une tension alternative à la grille.

Ce genre d'essai n'est toutefois strictement indispensable qu'aux fabricants de lampes ou aux grossistes importateurs.

On peut, pour les lampes courantes, obtenir une indication suffisante de leur état en se bornant à mesurer le courant anodique pour une tension déterminée de grille et de plaque.

Ces tensions ne devront pas être obligatoirement celles correspondant au fonctionnement normal du tube. Il suffira de connaître le débit, dans les mêmes conditions, d'une lampe neuve, de même type, pour pouvoir faire une comparaison utile.

Malheureusement l'effarante multiplicité des types de lampes et surtout des systèmes de brochage, complique singulièrement la construction d'un appareil vérificateur de lampes vraiment universel.

Rien que pour les lampes américaines il faut disposer de plus de dix supports de lampe différents.

Les vérifications indispensables à faire par un revendeur ou dépanneur sont les suivantes :

1° Court-circuits entre éléments internes *à chaud ;*

2° Isolement cathode-filament *à chaud ;*

3° Soit le courant électronique total (" emission test "), soit *la pente*. Cette dernière mesure étant la plus scientifique.

Eventuellement : Courant de grille-écran et courant inverse de grille.

Il n'est pas du tout indispensable, pour ces essais, de se servir de courant redressé. On peut avoir des indications suffisantes au moyen de courant alternatif brut, la lampe à l'essai faisant elle-même office de redresseuse.

La fig. 24 donne le schéma d'un appareil de vérification simple à réaliser.

On peut le construire de plusieurs manières : Disposer sur un panneau les supports correspondant à tous les modèles de lampe que l'on vend (un détaillant ayant un stock très complet devra faire, dans ce cas, un

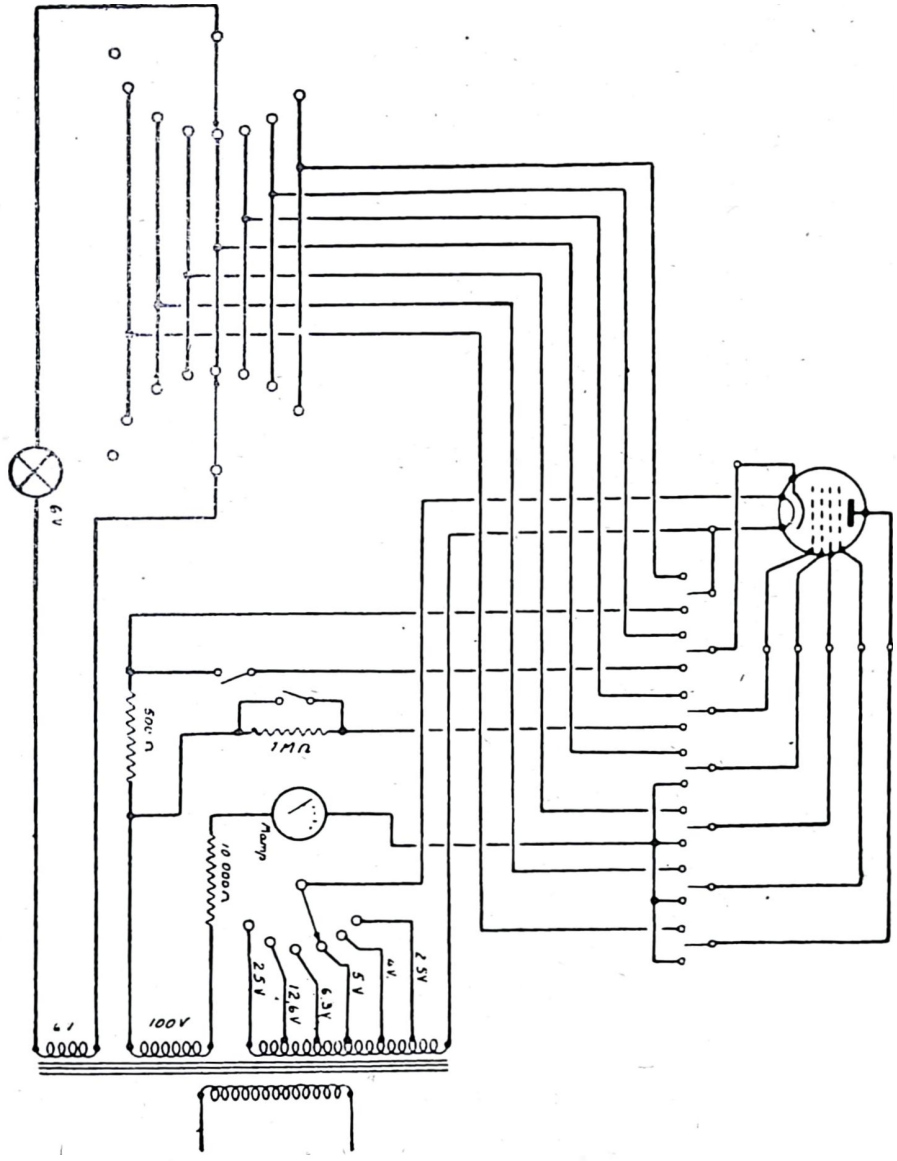


Fig. 24. — La résistance de 500 ohms est rendue court-circuitable à l'aide d'un interrupteur omis dans la figure.

appareil assez compliqué), ou ne monter que quelques supports auxquels on ramène le brochage de toutes les lampes au moyen d'intermédiaires appropriés.

La construction est simplifiée, mais il faut une collection importante d'intermédiaires.

On peut enfin, lorsque l'on n'a pas de vérifications trop fréquentes à faire, comme c'est le cas de l'électricien de campagne ou du petit détaillant, disposer dans le panneau de l'appareil une cavité dans laquelle on met la lampe *la tête en bas*. Les diverses broches sont reliées aux tensions convenables par des conducteurs souples munis de pinces crocodile. Bien que ce système ait un peu l'air d'un bricolage, il est assez pratique, surtout lorsque l'on a une grande variété de lampes à vérifier.

L'alimentation de l'appareil est assuré par un transformateur donnant une tension de 100 volts (50 mA environ) pour le circuit anodique et comportant en outre un secondaire à prises multiples pour le chauffage.

Un troisième enroulement, de 6 volts, sert à déceler, au moyen d'une lampe-témoin, les court-circuits entre électrodes.

Le circuit de tension anodique comprend une résistance de charge de 10.000 ohms destinée à limiter à 20 mA le débit maximum possible (cas d'une lampe totalement ionisée) et de sauvegarder la lampe ainsi que l'instrument de mesure.

Ce dernier est un milliampèremètre donnant une lecture totale de 20 mA.

Une résistance de 1 meghom court-circuitable est intercalée dans le circuit de grille. Elle sert à mettre en évidence le courant inverse de grille comme nous le verrons plus loin.

Une polarisation alternative est appliquée à la grille par l'intermédiaire d'une résistance de 500 ohms. Elle

n'a pas pour but d'amener celle-ci à son point normal de fonctionnement mais sert à mesurer ou plutôt à contrôler la pente du tube.

En effet, en court-circuitant cette résistance on constatera une différence dans la lecture du milliampèremètre.

Si la différence entre les deux lectures est la même que pour un tube neuf, on pourra en conclure que la pente du tube est normale et cela impliquera que le tube est encore en bon état.

Pour la vérification des lampes à électrodes multiples, celles-ci sont toutes réunies et connectées à la haute tension excepté la grille la plus voisine de la cathode.

Dans les lampes comportant des diodes, celles-ci seront laissées hors-circuit. On fera par la suite une vérification séparée de ces éléments, s'il y a lieu, en les intercalant seuls dans le circuit haute tension.

Pour rechercher les court-circuits entre électrodes, on place successivement sur chaque plot le commutateur de gauche et on balaye chaque fois tous les plots avec celui de droite. Si la lampe s'allume sur toute autre position que celle correspondant aux deux commutateurs réunis à une même électrode, c'est qu'il y a un court-circuit interne et la lampe est à rejeter.

Est à mettre au rebut également toute lampe dont le débit électronique dépasse largement celui fourni par un prototype en parfait état. Cette lampe est ionisée ou bien présente un fort courant inverse de grille.

Une lampe donnant un courant anodique inférieur de 20 % à la normale, doit être considérée comme usée.

Si le courant anodique varie sensiblement lorsque l'on tape légèrement sur le globe d'une lampe, celle-ci est en mauvais état : Elle est probablement microphonique ou il y a de mauvais contacts entre certains éléments internes.

Certaines lampes (surtout de fabrication ancienne), présentent un courant de fuite entre cathode et filament. Ce défaut donne lieu, en fonctionnement, à un bruit de secteur et même souvent à des parasites, craquements, etc. On peut le déceler en appliquant une tension suffisante entre cathode et filament avec interposition d'un milliampèremètre.

L'appareil que nous avons décrit permet cette vérification grâce à un commuteur spécial. En court-circuitant la résistance de grille de 1 mégohm on ne doit pas constater de différence de débit appréciable. Si l'on constate que le nombre de mA varie, c'est que la lampe présente des traces de gaz, et elle doit être considérée comme défectueuse.

Avoir sous les yeux le schéma du poste à dépanner, c'est s'épargner les 9/10es du travail.

MESURE DES WATTS MODULES
(OUTPUT-METER)

La mesure de la puissance alternative développée dans le circuit de plaque de la lampe finale d'un poste permet d'obtenir les renseignements suivants :

a) Amplification totale de l'appareil depuis l'antenne jusqu'au haut-parleur et aussi son degré de *sensibilité*.

b) Courbe de fidélité de l'amplificateur BF, c'est-à-dire son amplification *relative* à toutes les fréquences acoustiques.

c) Puissance maximum disponible sans distorsion.

Enfin, on peut se servir de l'instrument destiné à ces mesures pour l'alignement des circuits d'un récepteur. On tend toutefois aujourd'hui à remplacer cette méthode par l'emploi d'un voltmètre à lampe branché avant détection (voir le chapitre relatif à cet appareil) ou mieux par l'oscillographe cathodique. Pour mesurer la puissance modulée à la sortie d'une lampe, il suffit de disposer d'un voltmètre mesurant correctement l'alternatif jusqu'à 10.000 périodes par seconde au moins.

Les appareils de mesure à redresser oxymétal conviennent parfaitement pour les récepteurs courants, puisque les nouveaux redresseurs Westinghouse permettent une lecture correcte jusqu'à près de 100.000 périodes par seconde.

Le procédé le plus simple pour réaliser l'opération consiste à mesurer la tension alternative développée aux bornes d'une résistance de valeur connue, placée dans le circuit de plaque.

Pour éviter une chute de tension dans le courant continu de plaque qui modifierait les conditions de fonctionnement de la lampe, la composante alternative devra être séparée de ce courant par un filtrage approprié.

Le schéma général à utiliser est donné par la fig. 25.

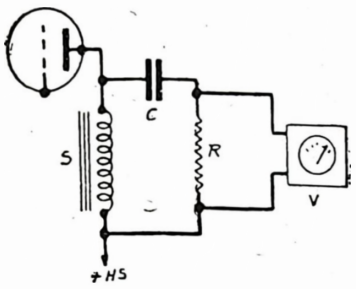


Fig. 25

S est une bobine à fer d'une impédance suffisamment élevée par rapport à la résistance interne de la lampe.

Une bonne valeur est 50 henrys sous un débit de 100 mA. Cela suppose un noyau de fer important pour que l'on reste loin de la saturation lorsque l'enroulement est traversé par le débit de la lampe finale. La résistance ohmique devra être aussi réduite que possible : 300 à 400 ohms au maximum.

Le courant continu est bloqué par une capacité C qui aura 0,25 µF au moins.

La résistance R aura pour valeur celle de l'impédance de charge optimum de la lampe finale. Ce renseignement est fourni par le fabricant. Il faut une résistance bobinée capable de supporter une dissipation de plusieurs watts puisque toute l'énergie modulée développée par la lampe y est absorbée.

Pour les penthodes les plus courantes, cette valeur est de 7.000 ohms. Pour une triode de puissance, elle est le plus souvent aux environs de 3.000 ohms.

Le primaire du transformateur de sortie tel qu'il est branché dans le poste peut servir d'impédance pour une mesure approximative, mais, comme ces transformateurs sont d'ordinaire établis, par raison d'économie, avec une

section de fer très faible, leur rendement est loin d'être égal à toutes les fréquences. Les indications ne correspondront donc pas nécessairement aux possibilités du poste lui-même. Elles donneront toutefois une indication utile sur son rendement global, haut-parleur compris.

Pour faire une mesure, il faut faire délivrer par le poste une note continue et, par conséquent, recevoir l'émission d'une hétérodyne modulée par cette note ou bien encore injecter, directement dans la partie BF, l'émission d'une hétérodyne à fréquence musicale. (Voir le chapitre suivant).

On lit sur le voltmètre la tension développée aux bornes de la résistance et on en déduit la puissance en watts en appliquant la formule :

$$W = \frac{E^2}{R}$$

où E est la tension et R la résistance (impédance de travail).

Remarque. — E ici doit être exprimé en *volts efficaces.* Nous supposons *a priori* le voltmètre étalonné de cette manière, ce qui est d'ailleurs la règle générale.

Exemple : Nous lisons 100 volts aux bornes d'une résistance de 7.000 ohms, la puissance modulée sera :

$$W = \frac{100 \times 100}{7000} = \frac{10.000}{7000} = 1{,}43 \text{ watt modulé}$$

La détermination de l'amplification totale d'un poste a surtout, comme utilité pratique, de permettre la comparaison avec d'autres montages. Elle est plus intéressante pour le constructeur en grande série que pour l'usager ou le technicien dépanneur. Celui-ci n'en tirera guère d'avantages pratiques.

On emploie, pour exprimer l'amplification totale d'un

appareil, une unité de mesure spécial : le *décibel,* dont nous donnerons plus loin la définition.

Il est d'usage, en Amérique de prendre comme base de comparaison une puissance de sortie conventionnelle de 50 milliwatts (0,05 watt). Cette puissance est très faible.

La *sensibilité* d'un poste s'exprime en microvolts à la borne d'antenne. Elle est donnée par le nombre de microvolts (ou éventuellement de millivolts) nécessaires pour fournir la puissance de sortie standard de 50 milliwatts. *Le poste est d'autant plus sensible que ce nombre est plus petit.*

Pour déterminer la courbe de fidélité, d'où dépend la qualité de la reproduction musicale d'un amplificateur BF ou d'un poste, il faut disposer d'un appareil générateur de fréquences acoustiques.

Cet appareil devra être correctement étalonné et muni d'un dispositif (voltmètre à lampe par exemple), permettant de contrôler son débit de manière à le garder constant sur toutes les fréquences.

Pour les usages courants une gamme de fréquences allant de 25 à 12.000 p/s est suffisante. Les recherches de laboratoire nécessitent toutefois une gamme notablement plus étendue : 12 à 50.000 p/s au moins.

Nous décrivons au chapitre suivant un appareil générateur d'oscillations BF que l'on pourra construire et étalonner soi-même. Quoique n'ayant pas la prétention de rivaliser avec les appareils de haute précision utilisés dans les laboratoires, cet appareil pourra néanmoins rendre de très grands services.

Nous signalons en passant un procédé plus rudimentaire pour obtenir des signaux BF mais qui peut suffire dans certains cas : C'est l'emploi d'un disque de gramophone et d'un pick-up.

Il existe, en effet, des disques spéciaux donnant une

note pure partant de 50 périodes, limite des procédés d'enregistrement.

Par suite des imperfections de l'enregistrement sur disque, le rendement baisse dans le bas et dans le haut de la gamme.

En plus de la note pure, ces disques portent d'ordinaire un signal, d'abord toutes les 100 périodes, puis toutes les mille périodes, de sorte que l'on peut toujours connaître approximativement la fréquence. L'indication n'est exacte que pour autant que le moteur de phono tourne rigoureusement à 78 tours.

Ce système est également tributaire des défauts éventuels du pick-up qui peuvent assez considérablement altérer la courbe générale.

Si, au lieu d'étudier simplement le rendement de la BF, on veut déterminer la courbe d'ensemble du récepteur complet, les oscillations BF devront être appliquées à une hétérodyne HF de manière à moduler l'émission de celle-ci. Le taux de cette modulation devra pouvoir être réglé et rester constant à toutes les fréquences acoustiques. Ce dernier point nécessite des précautions spéciales.

Certaines stations (les stations allemandes notamment), émettent périodiquement des fréquences musicales pour la vérification de leurs propres installations. Malheureusement, ces émissions ne sont pas annoncées et ont souvent lieu très tard le soir.

Si l'on a la chance de pouvoir recueillir une d'elles, au moment où l'outputmeter est branché, on pourra faire une très intéressante vérification de la courbe de fidélité du récepteur.

Le taux de modulation est, en effet, tenu rigoureusement constant.

Il s'en suit que, si le rendement du récepteur était absolument constant pour toutes les fréquences audi-

bles, la puissance modulée ne varierait pas d'un bout à l'autre de la gamme audible.

C'est là toutefois un idéal impossible à réaliser, mais, pour un poste de grande classe, l' « output » ne doit pas baisser sensiblement avant 5 ou 6000 périodes. On constatera toutefois que, dans la plupart des postes du commerce, l'atténuation est déjà sérieuse à partir de 3.000 périodes par seconde.

Pour déterminer la *puissance maximum* disponible sans distorsion dans l'étage final, il faut insérer, en plus, un milliampèremètre dans le circuit de plaque de la lampe. Un instrument mesurant 100 mA est le plus utile pour tous les cas courants. Pour les amplificateurs dont l'étage final est monté en push-pull, il faut un instrument mesurant 150 à 200 mA.

On injecte ensuite dans l'appareil un signal à fréquence constante, 400 p/s par exemple, dont on augmente graduellement l'intensité.

Comme l'étage final est seul en cause, on se contente d'appliquer le signal en question à la grille du premier étage BF sans passer par l'intermédiaire d'une hétérodyne HF.

On peut même, à la rigueur, se contenter, comme signal, d'une tension alternative à 50 périodes empruntée au secteur par l'intermédiaire d'un transformateur.

On utilisera à cette fin un transformateur de chauffage de 2,5 ou 4 volts au secondaire. Ce dernier sera shunté par un potentiomètre.

La fig. 26 indique comment réaliser ce montage d'essai.

On procède en augmentant graduellement la tension alternative appliquée à la grille jusqu'au moment où l'on constate *une variation dans le courant anodique débité par la lampe finale.*

Ce courant est indiqué par le milliampèremètre M branché dans le circuit de plaque de cette dernière.

On estime que la puissance maximum est atteinte lorsque la déviation est d'environ 5 % du courant ano-

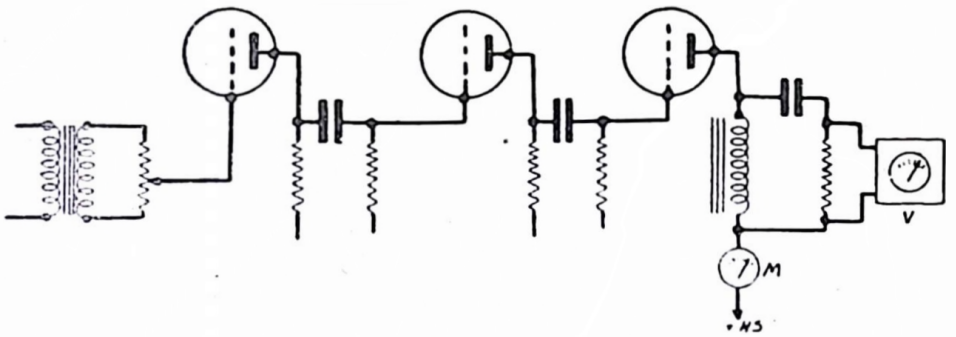


Fig. 26

dique. Il y a en ce moment une légère distorsion, mais elle n'est pas encore perceptible à l'oreille.

On lit alors la puissance sur le voltmètre à redresseur V. Si celle-ci est inférieure à ce qu'elle devrait être selon les données du fabricant de la lampe, la cause peut être une des suivantes :

1) Lampe usée : Dans ce cas le débit anodique de *repos* est inférieur à la normale, mais ce fait peut être masqué par une polarisation insuffisante. Le remède est évidemment de changer la lampe.

2) La lampe peut être ionisée : Ce défaut est produit par la présence de gaz dans l'ampoule. On constate alors habituellement un courant anodique supérieur à la normale. La lampe doit être mise au rebut.

3) Si, arrivé au maximum de puissance modulée, le courant de plaque *tend à diminuer,* on peut d'ordinaire conclure soit à une polarisation de grille *trop faible,* soit à une résistance de fuite trop forte, dans le circuit de grille. Dans ce dernier cas, la lampe détecte par caractéristique de grille.

Pour plusieurs raisons, il n'est jamais bon de dépasser 250.000 ohms *au total* dans le circuit de grille d'une lampe de puissance. Pour certaines lampes, on doit parfois se limiter à 100.000 ohms.

4) Si, au contraire, le courant de plaque *tend à augmenter* au moment du maximum, cela dépend d'ordinaire d'une polarisation *trop forte* ou bien d'une impédance inadéquate dans le circuit de plaque. L'excès de polarisation donne lieu, en effet, à une détection par caractéristique de plaque.

5) Des phénomènes très complexes peuvent être produits par un manque de découplage dans l'amplificateur. Le cas extrême est le « motor boating » qui se traduit par un bruit spécial (« ploc, ploc, ploc ») dans le haut-parleur. Mais, avant d'arriver à ce stade, le phénomène se traduit par une forte limitation de la puissance disponible sans distorsion.

Nous n'avons envisagé ici que le cas d'un amplificateur BF classique, dit classe A, soit simple, soit en push-pull. Dans le système appelé B ou semi-classe B (A « prime » comme disent les Américains), le courant anodique ne reste pas constant et la mesure de la puissance maximum ne peut donc se faire selon la méthode décrite.

Il serait évidemment préférable de faire les essais à des fréquences différentes, car certains défauts peuvent se révéler sur certaines fréquences et passer inaperçus sur d'autres, mais, dans l'ensemble, les indications fournies sur 50 p/s sont suffisantes pour des besoins courants et donnent une bonne idée de la puissance maximum disponible à la sortie de l'amplificateur.

Lorsque l'on veut évaluer la puissance modulée fournie par un poste récepteur, on peut produire un son continu par un procédé simple : On règle le poste sur une station puissante, on met en marche l'hétérodyne et

on règle cette dernière de manière à obtenir un fort sifflement par battement avec l'onde porteuse. Il convient de régler cette note plutôt vers le grave que l'aigu, et l'expérience devra se faire au moment où la station émettrice ne module pas.

LE DECIBEL

Quiconque s'occupe de radio et plus particulièrement d'amplification entendra souvent parler de « décibel ». Il est utile de savoir ce que signifie ce terme.

Le décibel est l'unité de mesure de *gain* ou de *perte* d'un appareil de transmission. C'est une façon simplifiée d'exprimer ce qui se passe entre l'entrée et la sortie de cet appareil ou de toute une série d'appareils.

L'unité fondamental est le « bel » imaginé par les ingénieurs de la Bell Telephone C° américaine. Toutefois, comme celle-ci a été trouvée trop grande pour les usages courants, on en prend la dixième partie ou *décibel*.

La propriété du décibel est telle que, pour calculer le gain (ou la perte) d'un ensemble transmetteur, il suffit d'additionner (ou de soustraire) les décibels se rapportant à chaque partie. Au lieu d'une série de multiplications à faire pour trouver l'amplification totale d'une installation, il suffit d'une addition : C'est une unité « logarithmique ».

Il est à remarquer qu'un changement de volume sonore de 1 décibel correspond à la plus petite différence d'intensité que peut percevoir une oreille normale.

Nous donnons au verso un tableau (1) indiquant les relations existant entre les décibels et les rapports de tensions ou d'intensités ainsi que les rapports de puis-

(1) D'après M. Barnard (Radio Receiver Mesurements).

sance modulée, étant entendu que les tensions ou intensités sont appliquées à des impédances de même valeur et sont en phase.

Décibels	Tensions ou intensités	Puissances
0	1,00	1,00
1	1,12	1,26
2	1,26	1,59
3	1,41	2,0
4	1,59	2,5
5	1,78	3,2
6	2,00	4,0
7	2,25	5,0
8	2,51	6,3
9	2,82	7,9
10	3,16	10
12	4,0	16
14	5,0	25
16	6,3	40
18	7,9	63
20	10,0	100
22	12,6	160
24	16	250
26	20	400
28	25	630
30	32	1,000
32	40	1,590
34	50	2,510
36	63	3,980
38	79	6,310
40	100	10,000
45	178	31,600
50	316	100,000

L'OSCILLATEUR A BASSE FREQUENCE

Nous avons indiqué à plusieurs reprises l'utilité de pouvoir produire des oscillations à fréquence acoustique dans le but d'analyser le fonctionnement d'un amplificateur BF, d'un haut-parleur, etc.

Un générateur d'oscillations BF bien étalonné est indispensable dans un laboratoire bien équipé. C'est malheureusement un appareil fort coûteux à acquérir.

Pour la plupart des travaux, une précision extrême n'est heureusement pas indispensable, de sorte qu'il devient possible pour un technicien un peu adroit de construire lui-même et d'étalonner une hétérodyne BF qui, quoique rudimentaire, pourra rendre de grands services.

Nous donnons ci-après les détails de construction d'un appareil pour lequel il n'est besoin que de matériel tout à fait courant et dont une bonne partie pourra même être trouvé dans le réemploi de pièces provenant de transformations, modernisations, etc...

Il y a plusieurs moyens de produire des oscillations à fréquence acoustique :

On peut faire usage d'un circuit oscillant accordé sur la fréquence que l'on désire obtenir : La disposition générale est celle d'une hétérodyne HF. Il est à remarquer toutefois qu'il faut un grand nombre de circuits pour couvrir toute la gamme et qu'il est extrêmement difficile d'obtenir une oscillation stable aux très basses fréquences.

Un autre procédé très employé pour certains usages est de partir d'une vibration mécanique entretenue par

un système électrique, un diapason par exemple. Un système de lampes amplificatrices et de filtres permet de prélever la fréquence fondamentale ou une harmonique.

Ce système est extraordinairement stable, mais ne donne qu'une série de fréquences et non une gamme continue.

Enfin, on peut engendrer des fréquences acoustiques par *battement* entre deux oscillations HF. C'est ce que l'on fait, somme toute, lorsque l'on provoque un sifflement en créant une interférence entre une onde porteuse et une hétérodyne, c'est aussi l'origine des sifflements que l'on peut provoquer au moyen d'une détectrice à réaction.

C'est ce principe qui sera utilisé ici. Il a, comme avantage, d'être d'une réalisation simple et de donner une gamme ininterrompue de fréquences comprises entre 0 et la limite supérieure que l'on peut, moyennant certaines précautions, choisir aussi élevée qu'on le désire.

La figure 27 donne le schéma de l'appareil.

Il comprend deux hétérodynes A et B dont l'émission amplifiée, mélangée et détectée peut être injectée dans n'importe quel appareil soumis à l'analyse.

A travaille à une fréquence F fixe.

B peut être réglé sur toute fréquence comprise entre F et F — 20 kilohertz (20.000 périodes) (F — 10 kHz suffirait d'ailleurs pour les besoins courants de la radiophonie).

L'émission de chaque hétérodyne est amplifiée par une lampe HF.

Les plaques des lampes HF sont réunies à une résistance commune de 250.000 ohms.

On trouve à cet endroit un mélange par parties égales des deux fréquences engendrées. Cette fréquence com-

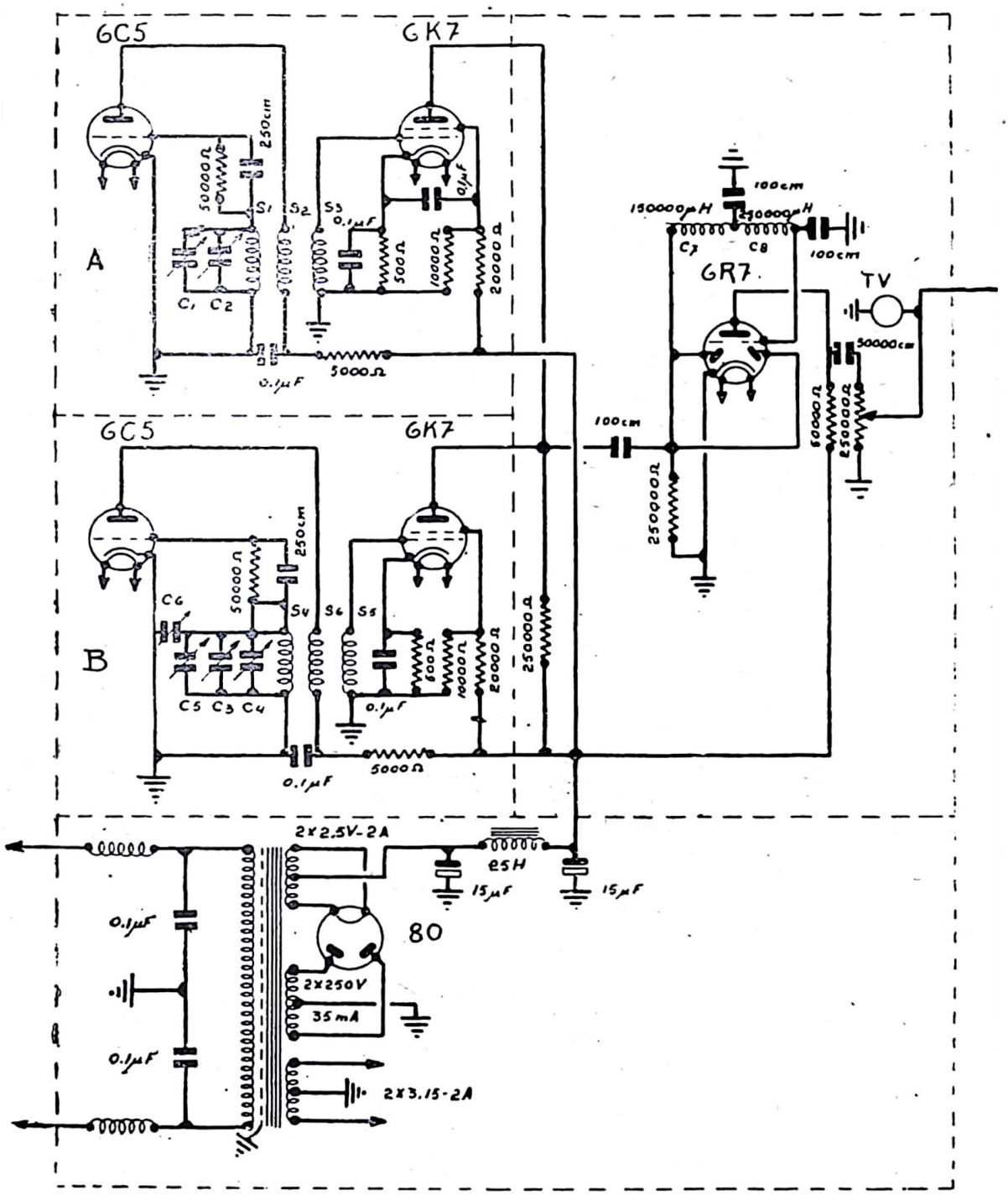

6C5
6K7
A
500000Ω
250cm
S1
S2
S3
0.1μF
C1 C2
0.1μF
5000Ω
500Ω
10000Ω
20000Ω
0.1μF
6C5
6K7
B
50000Ω
250cm
S4
S6
S5
C6
C5 C3 C4
0.1μF
5000Ω
0.1μF
250000Ω
100cm
250000Ω
6R7
TV
100cm
150000μH
250000μH
C7
C8
100cm
50000cm
50000Ω
2500000Ω
2x2.5V-2A
85H
15μF
15μF
80
0.1μF
0.1μF
2x250V
35mA
2x3.15-2A

Fig. 27

plexe est appliquée à un système détecteur par diode.

On utilise ici une lampe 6R7 du type double-diode-triode.

Après détection on se trouve en présence d'un courant comprenant les deux fréquences d'hétérodyne plus une fréquence égale à leur différence.

Après un dispositif de filtrage qui arrête les courants HF, la fréquence acoustique est envoyée à la grille de la partie triode de la lampe 6R7 où elle est amplifiée environ 10 fois. On dispose ainsi, à la sortie de l'appareil d'une émission acoustique de l'ordre de plusieurs volts.

Le rôle principal des deux lampes HF est d'empêcher tout couplage entre les deux hétérodynes. Cela est absolument indispensable pour éviter un phénomène fort gênant qui a pour effet de provoquer une synchronisation des deux hétérodynes lorsque leurs fréquences sont voisines. Cet effet empêcherait totalement la production des notes graves.

D'autre part, pour que la détection par diode se fasse dans les meilleures conditions possibles ou, en d'autres termes, soit rectiligne et n'introduise pas d'harmoniques, il faut une tension alternative de l'ordre de plusieurs volts. Cette condition est atteinte grâce à l'amplification HF.

L'appareil décrit est conçu pour fonctionner entièrement sur secteur alternatif. Il n'y aurait aucune difficulté à le prévoir pour courant continu, sauf à faire un filtrage particulièrement soigné pour éviter l'intrusion de fréquences parasitaires émanant du réseau.

Le blindage doit être particulièrement soigné : Chaque hétérodyne se trouve dans une boîte métallique étanche avec la lampe HF correspondante et la détectrice se trouve dans un troisième compartiment, le quatrième étant réservé à l'alimentation.

La disposition générale des organes est donnée par les figures 28 et 29.

Il est à remarquer que certaines connexions se trouvant sous le châssis devront être également enfermées dans des compartiments qui seront le prolongement de ceux se trouvant sur le dessus.

Le transformateur d'alimentation doit obligatoirement avoir un écran entre primaire et secondaires. De plus,

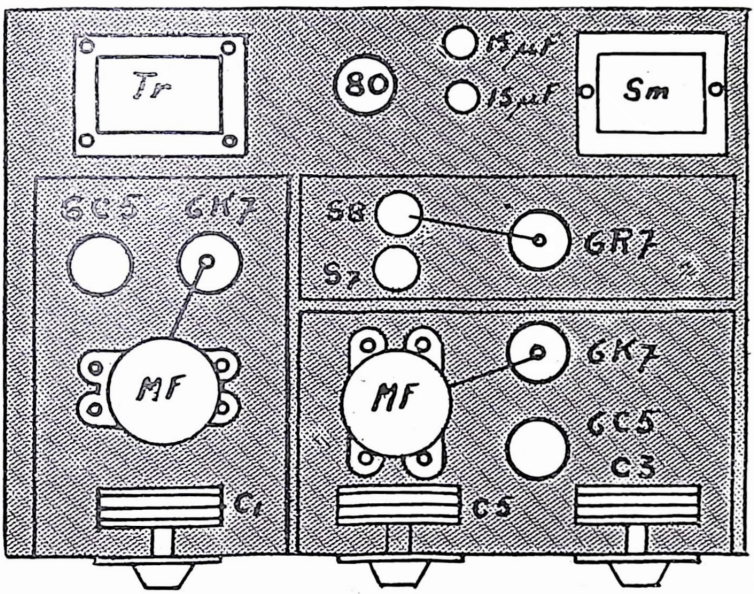


Fig. 28. — Vue par dessus.

si l'on constate des interférences sur un poste récepteur placé dans le voisinage, un filtre HF devra être intercalé dans les fils du secteur.

Les bobinages des hétérodynes sont constitués par des

transformateurs MF prévus pour 150 kHz et légèrement modifiés pour cet emploi.

Le condensateur ajustable accordant le primaire doit être déconnecté.

Les enroulements, s'ils sont du type mobile, seront placés à 15 mm l'un de l'autre.

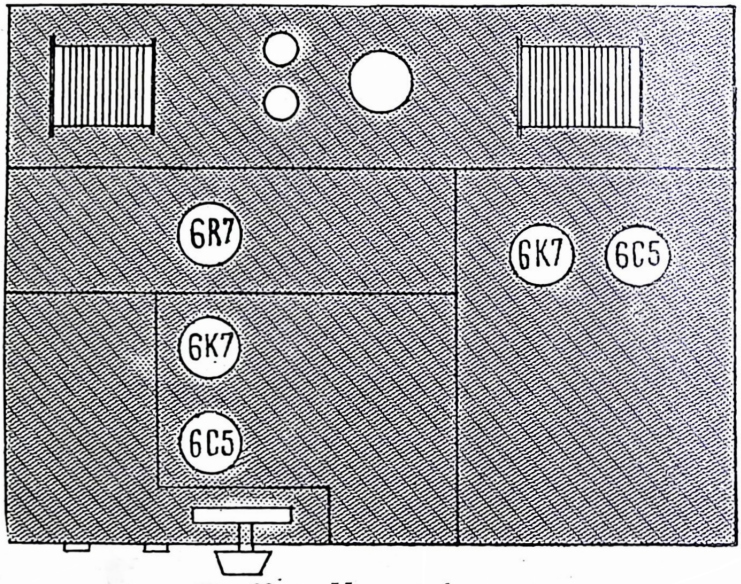


Fig. 29. — Vue par dessous.

Entre les deux, on placera un enroulement supplémentaire comprenant 100 tours de fil 0,3 mm sous coton ou soie bobinés en vrac sur un petit bout de tube en carton.

Une extrémité de cet enroulement ira à la masse et l'autre sortira par un petit trou dans le couvercle du capot de la MF et aboutira à la grille de la lampe HF. (Enroulements S3 et S5 du schéma.)

L'hétérodyne fixe A comporte un condensateur variable C_1 à diélectrique solide et de 500 µµF de capacité branché en parallèle sur le secondaire et muni d'un démultiplicateur précis et absolument sans jeu.

L'hétérodyne réglable B comporte un condensateur identique C_3 ainsi qu'un condensateur C_5 à air de très faible valeur (50 µµF au maximum) du type employé pour les ondes courtes et qui sert à faire les réglages précis pour les fréquences acoustiques entre 0 et 2000 périodes ; enfin un troisième condensateur, du type ajustable et de 500 µµF de capacité est également branché en parallèle sur le primaire : C_6.

Quant à C_2 et C_4, ce sont les trimmers existant déjà dans le transformateur MF.

Au cas où l'on ne posséderait pas de vieux transformateurs MF du type 110 à 150 kHz, on pourra établir les bobinages oscillateurs comme suit : sur un tube de 15 mm bobiner un nid d'abeille de 650 tours pour constituer l'enroulement de grille accordé. L'enroulement de réaction sera constitué par un autre nid d'abeille de 200 tours environ à 5 ou 6 mm de distance de l'autre. Le fil utilisé peut être de n'importe quel type : soie, coton ou émail. Le diamètre sera de 0,1 mm.

Après bobinage on imprégnera les enroulements à refus de paraffine ou d'un mélange à parties égales de cire d'abeilles et de colophane.

Etant donné la nécessité de maintenir l'amplitude des oscillations BF fournies par l'appareil constante pour toutes les fréquences, un moyen de contrôle est indispensable. C'est pourquoi l'on branchera aux bornes de sortie un voltmètre à lampe, qui peut d'ailleurs être compris dans le montage et alimenté aux mêmes sources, ou encore un voltmètre à redresseur gradué de 0 à 5 volts par exemple. (T. V. sur le schéma.)

Les bobines d'arrêt HF de 150.000 et 250.000 micro-

henrys placées dans le circuit de grille de la lampe 6R7 ont la valeur théorique voulue pour assurer un filtrage presque total de la H.F. Ces valeurs se trouvent dans le commerce. Au cas où on ne les trouverait pas, on peut toutefois s'en écarter sensiblement sans compromettre le fonctionnement de l'appareil.

Avant de procéder à l'étalonnage de celui-ci, il faut s'assurer s'il fonctionne convenablement.

Pour cela il suffit de brancher un casque ou un vieux haut-parleur magnétique aux bornes de sortie.

En mettant l'appareil en marche et en manipulant les condensateurs d'accord, on doit obtenir une note musicale pure. Au cas où l'on ne parviendrait pas à obtenir un son, il faudrait voir si les deux hétérodynes oscillent bien. Si tel n'était pas le cas il se pourrait que l'on doive inverser le primaire du transformateur MF.

A part cette éventualité, l'appareil monté suivant nos indications, doit marcher du premier coup.

ETALONNAGE

Le seul procédé possible pour étalonner en fréquences l'appareil, si l'on ne dispose pas d'une importante installation de laboratoire, est de se servir du battement de ses harmoniques avec les ondes porteuses des stations radiophoniques.

La fréquence de ces dernières est en effet rigoureusement contrôlée et peut servir de base pour déterminer d'autres fréquences qui en sont les sous-multiples.

Le premier point est de choisir une fréquence pour l'hétérodyne fixe et de régler cette dernière.

Pour la commodité de l'étalonnage, on prend une fréquence assez basse. Nous avons choisi 80 kHz.

Pour l'obtenir, avec des enroulements prévus pour 110 kHz, il a fallu ajouter en parallèle sur le circuit accordé la capacité C1.

80 kHz est la moitié de la fréquence de la station Huizen (Kootwijk) qui a 160 kHz (1.875 mètres).

Pour régler l'hétérodyne à fréquence fixe, on empêche l'autre hétérodyne d'osciller en court-circuitant à la masse la grille de la lampe 6C5.

Ensuite, on crée un léger couplage entre l'hétérodyne et l'antenne d'un poste récepteur. Pour cela, il suffit de laisser ouvert le compartiment contenant celle-ci et de faire passer l'antenne dans le voisinage des circuits HF.

Prenons maintenant sur le récepteur la station Huizen, puis, mettons le condensateur C_1 à sa capacité *minimum*. On procède alors comme suit : Mettre l'hétérodyne en marche, tourner lentement C_1 jusqu'au moment où un sifflement vient se superposer à la réception de Huizen, se régler très exactement sur le point de silence correspondant à l'accord absolu.

Dès lors on ne touche plus à cet accord, sauf pour le vérifier périodiquement. On peut marquer un repère sur le cadran pour le retrouver au cas ou par mégarde on aurait touché à ce dernier.

Nous déconnectons maintenant le poste récepteur et nous branchons à nouveau le casque à la sortie de l'appareil.

Nous mettons en fonctionnement la seconde hétérodyne après avoir mis les condensateurs C_3 et C_5 *à leur capacité minimum*.

Faire maintenant les opérations suivantes : Régler doucement le trimmer ajustable C_6 jusqu'au moment où l'on entend le sifflement d'interférence des deux hétérodynes et le bloquer exactement sur le point de silence donnant la synchronisation exacte entre les deux hétérodynes.

Le reste du travail doit être fait le soir afin de pouvoir disposer des émissions voulues.

Le principe est le suivant : Régler le récepteur suc-

cessivement sur des stations dont la fréquence est légèrement inférieure à celle des diverses harmoniques de la fréquence 80 kHz ; amener alors l'hétérodyne B par le jeu de C_5 et C_3 à interférer avec ces stations et repérer soigneusement les points de silence sur le cadran. Ces points correspondent à des fréquences fondamentales de B qui sont inférieures à 80 kHz.

La différence entre ces fréquences et 80 kHz est précisément la fréquence de battement entre les deux hétérodynes et par conséquent la fréquence de la note que l'on pourra obtenir sur chacun de ces points de réglage.

En se reportant au tableau ci-dessous on se rendra compte du procédé :

Harmoniques de la fondamentale 80 kHz (fréquence de A) N° Fréquence	Stations sur lesquelles on fait battre une harmonique de B Nom Fréquence		Fondamentales de B correspondant à ces harmoniques	Fréquence résultant du battement de A et B
2 — 160	Huizen (pour contrôle de A)			
		kHz		
3 — 240	Luxembourg	230	76,666	3333
	Kalundborg	238	79,333	666
4 — 320				
5 — 400				
6 — 480				
7 — 560	Budapesth	546	78,—	2000
	Beromunster	556	79,429	571
8 — 640	Bruxelles I	620	77,500	2500
	Prague	638	79,750	250
9 — 720	Stockholm	704	78,222	1777
	Rome	713	79,222	777
10 — 800	Munich	740	74,—	6000
	Leipzig	785	78,5	1500
	Rome	713	71,3	2700

En divisant la fréquence de la station sur laquelle on opère par le nombre de l'harmonique, on a la fréquence fondamentale de l'hétérodyne ; en soustrayant cette dernière de 80 kHz, on a la fréquence que produira le battement de A et de B, c'est-à-dire la fréquence acoustique que l'on aura à la sortie de l'appareil.

Sur une feuille de papier millimétrique, portons verticalement les fréquences et horizontalement les degrés du cadran de C_5. Marquons ensuite un point à l'intersection de la ligne verticale correspondant au degré du cadran et de la ligne horizontale correspondant à la fréquence obtenue par chacune des opérations faites comme ci-dessus.

En joignant tous ces points par une ligne continue, on aura la courbe d'étalonnage qui permettra de déterminer avec une approximation suffisante les fréquences situées entre les divers points.

Lorsque le condensateur C_5 est arrivé à sa capacité maximum, la fréquence obtenue est dans les environs de 1.500 p/s. Il faut alors continuer au moyen de C_3 et préparer une seconde feuille de papier millimétrique donnant la courbe d'étalonnage des fréquences à partir de 1.500 p/s environ. On tiendra bien note de ce que cette nouvelle courbe n'est valable que pour autant que le condensateur C_5 *soit au maximum.*

On remarque que la station Rome fournit deux battements, respectivement avec la 9^e et la 10^e harmonique. Le premier viendra dans le premier tiers du cadran de C_5, l'autre ne se trouvera que sur le cadran C_3.

Cet étalonnage est, bien entendu, rudimentaire et il ne faut pas demander à notre appareil de fournir plus que des indications approximatives au sujet de fréquence émise, mais tel quel il suffit à tous les travaux courants.

Nous allons passer ici en revue quelques applications de l'oscillateur BF, on en trouvera d'autres plus loin dans ce livre.

1° *Tracer la courbe de réponse d'un amplificateur BF.*

Un amplificateur BF idéal doit fournir la même amplification pour toutes les fréquences susceptibles d'exciter l'oreille humaine, c'est-à-dire pour une gamme allant de 15 à 15.000 p/s environ.

Si donc, sur une feuille de papier millimétrique, on trace horizontalement une ligne divisée en fréquences et verticalement une autre divisée en unités mesurées à la sortie, que ce soit en watts modulés, volts alternatifs ou décibels (toutes ces unités ne sont, en somme, que conventionnelles), la ligne réunissant les points d'intersection des deux lectures sera absolument droite.

Hâtons-nous de dire que ces conditions ne sont que très rarement réalisées et, encore, dans des appareils construits pour des buts spéciaux. Nous ajouterons que dans certains cas elles ne seraient même pas désirables.

Dans les postes récepteurs de série, il est d'usage, en effet, d'atténuer la reproduction des fréquences inférieures à 100 p/s, afin de pouvoir faire des économies dans le filtrage (et aussi parce que cela abaisse le prix de revient de la partie BF), et il est utile, si l'appareil est très sélectif, d'exagérer l'amplification dans la région de 6.000 p/s pour compenser l'amputation des bandes latérales dans les circuits HF.

Pour que la courbe, que nous allons tracer, soit le reflet exact de ce qui se passe dans l'amplificateur, nous devons évidemment fournir à celui-ci des fréquences acoustiques d'une amplitude absolument constante.

Il est donc indispensable qu'un appareil de contrôle (voltmètre à redresseur ou voltmètre à lampe), soit branché aux bornes de sortie de l'hétérodyne BF.

La fig. 30 donne la disposition générale à réaliser.

On part de la fréquence la plus basse que donne l'hétérodyne et on l'augmente très lentement, tout en

maintenant la tension de sortie constante au moyen du potentiomètre.

Au préalable, il aura été utile de déterminer la puissance de sortie maximum et de régler ensuite l'amplitude à l'entrée, de manière à se tenir très loin de cette puissance. Cela afin d'éviter que la saturation d'un étage vienne altérer l'allure de la courbe que l'on veut établir.

Il est bon de savoir que la courbe de fidélité, établie comme nous l'avons indiqué, ne fournit pas absolument tous les renseignements au sujet du comportement de

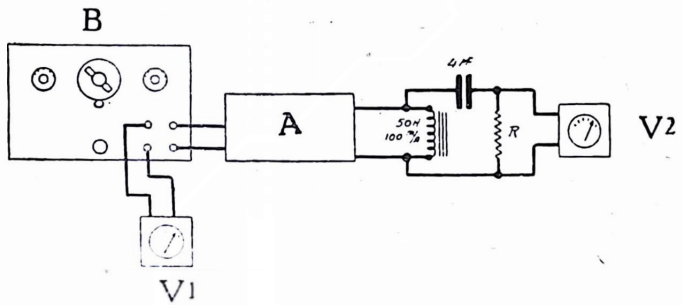


Fig. 30

A = Amplificateur. B = Osc. BF.
V_1 et V_2 = Voltmètres à lampe

l'amplificateur. Elle ne révèle notamment pas la présence d'harmoniques, ni la reproduction des « transitoires », mais c'est là une autre histoire qui sortirait du cadre de cet ouvrage.

Le même montage permet de mesurer la puissance modulée maximum, que l'étage final peut délivrer sans distorsion et ce, à toutes les fréquences.

Il n'indique toutefois pas les distorsions éventuelles, pouvant se produire dans les étages intermédiaires. A part le cas d'une lampe défectueuse, celles-ci peuvent

être facilement évitées par une construction rationnelle. Pour s'en rendre compte, il suffit d'intercaler un milliampèremètre dans le circuit de plaque de chaque étage.

2° *Tracer la courbe de fidélité d'un récepteur complet.*

La figure 31 indique le montage à réaliser.

Chaque partie d'un récepteur : HF., MF., détecteur et BF. peut influencer la fidélité ; il ne suffit donc pas d'en analyser seulement la BF.

Pour alimenter le poste en HF modulée, il faut utiliser l'hétérodyne BF pour moduler l'émission de l'hétérodyne HF.

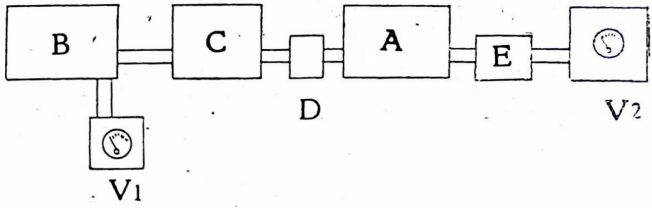


Fig. 31

A = Appareil récepteur. B = Hétérodyne BF. C = Osc. HF.
D = Antenne Artificielle. E = Couplage.
V_1 et V_2 = Voltmètres à lampe.

Cette dernière devra, pour cela, subir une petite modification indiquée par la fig. 32. La résistance R devra être remplacée par une bobine à fer de 50 henrys (sous 50 mA). Un condensateur de 2 µF sert à bloquer la haute tension tout en laissant passer les courants modulés.

Le taux de modulation devra être réglé avec prudence, car, s'il était trop prononcé, il en résulterait toutes sortes de choses fâcheuses.

Il est à noter que l'installation décrite est complè-

tée, dans les laboratoires industriels, par divers appareils auxiliaires : modulomètre, filtres d'harmoniques, etc. Toutefois, elle suffira pour les besoins courants et donnera une bonne idée générale des caractéristiques du poste.

La méthode à suivre est comme ci-dessous :

1) Mettre en marche le poste et l'hétérodyne HF.

2) Syntoniser convenablement les deux sur une longueur d'onde quelconque ; mettons 400 mètres.

3) Mettre en marche l'hétérodyne BF et la régler sur une fréquence entre 350 et 500 p/s, ce qui donne une note bien claire.

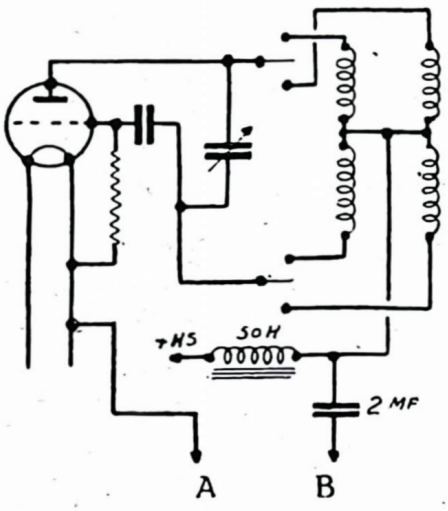


Fig. 32

A et B forment l'entrée de l'hétérodyne BF.

4) Régler le taux de modulation au moyen du potentiomètre de l'hétérodyne : On augmente progressivement l'amplitude jusqu'au moment où la puissance modulée, indiquée pour l'outputmeter, cesse de croître ou même tend à diminuer. On réduit alors de moitié le débit de l'hétérodyne BF (contrôlé sur le voltmètre TV), ce qui correspond à un taux de modulation de 40 à 50 %, suffisant pour les essais.

5) Ramener l'hétérodyne BF à la fréquence la plus basse et augmenter lentement de manière à parcourir toute la gamme des fréquences acoustiques. On note, en même temps, sur papier millimétrique, les indications de l'outputmeter (V_2).

6) Refaire les essais sur plusieurs longueurs d'onde différentes en PO et en GO.

MESURE
DES CONDENSATEURS ET DES BOBINES A FER

On peut mesurer, par un procédé très simple, les condensateurs ainsi que les bobines à fer servant au filtrage, à l'aide d'un voltmètre à redresseur, pour autant que l'on dispose du secteur alternatif.

En effet, pour ce genre de courant, une capacité peut être considérée comme une résistance : le courant qui traverse une capacité peut être calculé au moyen de la formule :

$$I = \frac{E}{\frac{1}{2 \times 3{,}1416 \times f \times C}} = 6{,}28 \times E \times f \times C$$

où E = tension appliquée, f = fréquence et C = capacité en farads. Il en est de même d'une self-induction.

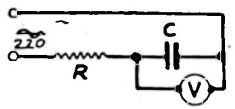


Fig. 33

Il suffit donc de mesurer au moyen d'un instrument adéquat, soit la *chute de tension* aux bornes d'un de ces accessoires, soit le *courant qui le traverse* sous une tension déterminée. Ces deux procédés ne sont d'ailleurs que la constatation d'un même phénomène et ne diffèrent que par le montage de l'appareil de mesure en parallèle ou en série.

Pour la mesure des capacités de l'ordre de 0.5 ou 8 µF, on réalise le montage de la fig. 33 où R est une résis-

tance bobinée de 5.000 ohms, C la capacité à mesurer et V un voltmètre à redresseur, ayant 1000 ohms par volt et une lecture de 0 à 300 volts. Dans ces conditions, on trouvera approximativement les tensions ci-dessous :

0,5 µF	180 volts
1 µF	120 volts
2 µF	60 volts
4 µF	40 volts
8 µF	20 volts

Pour les valeurs comprises entre 0,1 et 0,5 µF, on prend R = 50.000 ohms.

On a alors :

0,1 µF	120 volts

Pour les valeurs plus petites utilisées, non plus comme éléments de filtrage, mais dans les parties « actives » du poste (HF et BF), il est nécessaire de procéder autrement :

On mesure le courant en mettant l'instrument *en série* avec la capacité.

Il faut ici tenir compte de ce que, vis-à-vis d'un courant à 50 p/s, les faibles capacités utilisées en T.S.F. ont une impédance très grande.

A titre d'exemple, une capacité de 1.000 µµF offre une impédance de l'ordre de 2 megohms. Cela à condition qu'il n'y ait aucun courant de fuite à travers le diélectrique.

Les mesures seraient évidemment plus aisées avec une fréquence plus élevée, mais il faudrait alors un matériel très compliqué, car la fréquence utilisée devrait être exactement connue pour calculer la capacité.

Le courant à mesurer est donc très faible : Entre 0,05 mA et 1 mA pour les valeurs courantes.

L'instrument de mesure pourrait être un milliampèremètre à redresseur gradué de 0 à 1 mA. Toutefois, il y aurait un grave danger à mettre un pareil instru-

ment directement en série avec la capacité à mesurer et le réseau, car si elle était claquée, l'instrument serait infailliblement détruit.

Dans ces conditions il faut intercaler une résistance R d'une valeur telle que l'intensité ne dépasse jamais la tolérance de l'instrument, même en cas de claquage de la capacité (fig. 34).

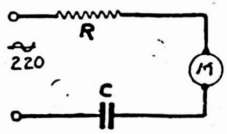


Fig. 34

Cela suppose une résistance de plusieurs milliers d'ohms. Dès lors, la résistance pourra aussi bien être celle du voltmètre utilisé pour les mesures précédentes.

Avec un instrument, dont la résistance totale est 300.000 ohms et une consommation de 1 mA à déviation totale, graduation 0 - 300 volts, on trouve les valeurs suivantes :

10.000 µµF	140 volts,
5.000 µµF	100 volts,
2.000 µµF	80 volts,
1.000 µµF	30 volts,
500 µµF	15 volts,
250 µµF	6 volts,
100 µµF	4 volts, (peu lisible).

Ces valeurs sont toutes des *moyennes* relevées en faisant un grand nombre de mesures sur des éléments de marques diverses. Un très grand écart (20 % et plus) est permissable sans influencer le moins du monde le rendement du poste dans lequel la pièce serait employée.

Pour donner une idée du peu de précision avec laquelle sont étalonnées les capacités de faible valeur, nous donnons ci-dessous les lectures trouvées pour une série de capacités marquées 2000 µµF *d'une très grande marque :*

80, - 50, - 60, - 55, - 60, - 72, - 60, - 75 volts. Cela correspond à des variations de plus de 50 % dans la capacité !...

Il convient de répéter que ces variations ont très peu d'effet en général sur le rendement d'un récepteur ordinaire.

L'intérêt des mesures ci-dessus est surtout de déterminer si un condensateur *est en bon état* et *l'ordre de grandeur* de sa capacité en vue de remplacer une pièce non marquée ou de vérifier si la *valeur nominale* d'une pièce correspond approximativement à sa valeur réelle.

A part le claquage, le défaut le plus courant dans les condensateurs fixes est l'inverse si l'on peut dire, c'est-à-dire la quasi absence de capacité par suite de la coupure à l'intérieur de la pièce de la connexion à l'une des armatures.

Cet accident peut causer toutes sortes de troubles bizarres dans le fonctionnement d'un poste et est souvent très difficile à déterminer. Un effet courant est une très grande perte de puissance alors que toutes les lampes sont bonnes et toutes les tensions correctes.

Remarque importante. — Les procédés indiqués ci-dessus sont totalement inapplicables aux condensateurs *électrolytiques,* dont la mesure doit se faire au moyen d'un appareillage tout-à-fait différent.

Il faut, en effet, tenir compte de ce qui suit :

1°) La capacité d'un condensateur électrolytique varie avec la tension continue appliquée à ses bornes.

2°) Un condensateur électrolytique est polarisé. Dans un sens sa résistance est très faible.

3°) Dans le « bon » sens, il présente un courant de fuite appréciable.

4°) La résistance interne est relativement élevée. On ne peut donc y appliquer, sans plus, une tension alter-

native, car il se produirait un véritable court-circuit dans un sens qui détruirait le condensateur. La méthode à employer consiste donc à appliquer, d'une part, une tension continue de l'ordre de celle qui est utilisée en service et de superposer à celle-ci une tension alternative de quelques volts.

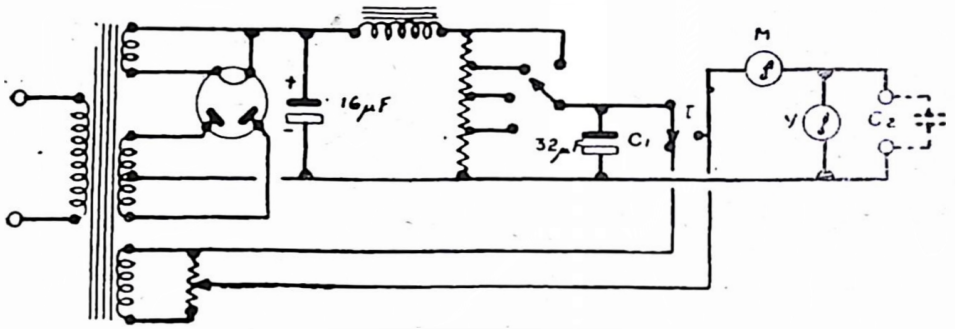


Fig. 35

La figure ci-dessus donne le schéma d'un montage qui permet de mesurer à la fois la capacité d'un condensateur électrolytique et le courant de fuite.

Ce montage peut être facilement réalisé à l'aide d'un vieux transformateur d'alimentation. L'enroulement de chauffage est utilisé pour appliquer la tension alternative de 3 volts au circuit dans lequel est branché le condensateur à essayer (C). Il se fait qu'une tension de 3 volts à la fréquence de 50 périodes produit une déflexion d'environ 1 mA par µF, compte non tenu du courant de fuite.

Pour mesurer ce dernier, on élimine l'enroulement de chauffage à l'aide de l'inverseur I.

Le milliampéremètre sera un instrument à redresseur de 20 à 30 mA environ ou, mieux encore, à plusieurs lectures. Il y a lieu de remarquer que la capacité à mesurer est en série, en ce qui concerne la tension alternative, avec une capacité de filtrage de 32 µF. On doit donc,

pour connaître sa valeur, appliquer la formule des capacités en série :

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} - \frac{1}{C_1}$$

Supposons que nous lisions 16 mA, on en déduira qu'il y a environ 16 µF en série avec la source de tension. Comme C_1 a une capacité de 32 µF, on trouvera pour C_2 32 µF également.

La mesure des bobines à fer se fait suivant les mêmes principes. Les bobines de 25 à 50 henrys utilisées habituellement pour les circuits de filtrage, peuvent être assimilées, au point de vue de leur mesure, à des résistances de quelques milliers d'ohms.

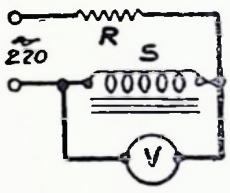


Fig. 36

Le schéma à réaliser est donné ci-contre.

R = 3000 à 5000 ohms.

L'opération ne donne pas une lecture directe de la self-induction mesurée en henrys, mais permet de comparer rapidement une bobine suspecte avec une bobine normale.

L'avarie habituelle d'une bobine de l'espèce, à part une coupure facile à déceler, est la mise en court-circuit d'un certain nombre de spires, ce qui a pour effet de diminuer dans une très grande mesure l'inductance.

Lorsque la bobine présente ce défaut, sa résistance apparente est considérablement réduite et, par conséquent, on lit une tension beaucoup moins élevée au voltmètre.

Il suffit de mesurer une bobine en bon état pour avoir un point de comparaison, dont on tiendra note pour l'avenir.

A titre d'exemple, une bobine de 50 henrys, calculée convenablement, donne une lecture de 190 volts environ

sur un voltmètre de 1000 ohms par volt, branché suivant le schéma donné, et pour une tension de secteur de 220 volts.

Il faut toutefois savoir que la mesure ainsi effectuée ne donne pas les caractéristiques complètes de la bobine. En effet, elle ne rend pas compte de ce qui se passe lorsque la bobine est parcourue par un courant *continu* superposé à un courant *alternatif* ou *ondulé*, comme c'est le cas dans un circuit de filtrage.

Pour cela, un dispositif plus compliqué est nécessaire qu'il est inutile de décrire ici, parce que nous pouvons admettre que la bobine a été calculée par le fabricant pour l'usage auquel elle est destinée et que, pour l'emploi, il y a lieu de tenir compte de ses indications en ce qui concerne le courant maximum que l'on peut y faire passer.

On peut appliquer le même procédé de vérification aux transformateurs BF. La résistance R doit toutefois, dans ce cas, être plus élevée, parce que l'impédance des enroulements est normalement plus forte. On prendra 20.000 ohms.

On vérifiera successivement le primaire et le secondaire.

En même temps, on pourra déterminer le rapport du transformateur. Il suffit, après avoir mesuré le secondaire, de brancher le voltmètre au primaire sans déconnecter le secteur du secondaire : le rapport entre les deux tensions correspond à celui du transformateur. Exemple : On lit 150 volts aux bornes du secondaire et ensuite 50 volts aux bornes du primaire : Le rapport du transformateur est 1/3 (fig. 37). On peut, par le même procédé, vérifier si la prise médiane d'un transformateur push-pull est bien au centre.

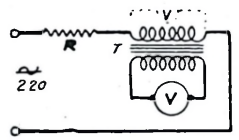


Fig. 37

MESURE DES RESISTANCES

CONSTRUCTION D'UN OHMMETRE

A côté des méthodes très précises, utilisées dans les laboratoires (pont de Wheatstone, etc.), il existe, pour mesurer les résistances, une méthode beaucoup plus simple et rapide.

Elle consiste à mesurer l'intensité du courant débité, à travers la résistance inconnue, par une source dont on connaît exactement la tension ; par exemple, un accumulateur de 4 volts.

Il suffit alors d'appliquer la formule (loi d'Ohm) :

$$R = \frac{V}{I}$$

où I est exprimé en ampères.

ou $$R = \frac{V \times 1000}{I}$$

où I est exprimé en milliampères, pour connaître la valeur de la résistance.

Exemple : On trouve un débit de 0,4 milliampère. La résistance R aura :

$$\frac{4 \times 1000}{0,4} = \frac{4000}{0,4} = 10.000 \text{ ohms.}$$

L'appareil de mesure universel décrit dans cet ouvrage peut servir pour cette opération.

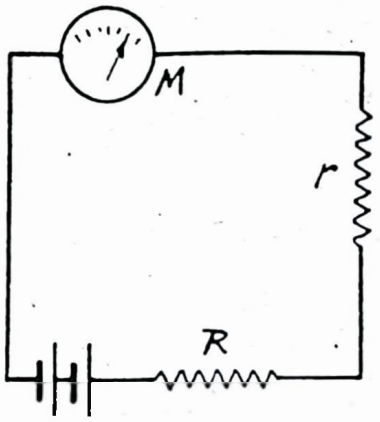


Fig. 38

Pour éviter tout danger de détérioration du milliampèremètre, on intercale une résistance en série pour limiter le débit en cas de court-circuit, ce qui revient à prendre une des combinaisons de voltmètre (fig. 38).

Il faut alors faire intervenir dans le calcul la résistance totale de l'instrument de mesure.

Nous aurons alors :

$$R + r = \frac{V \times 1000}{I}$$

où R est la résistance à mesurer et r celle de l'instrument de mesure (c'est-à-dire le milliampèremètre plus la résistance en série).

Il est facile, avec un milliampèremètre, de construire un ohmmètre étalonné directement en ohms, qui doit être considéré comme indispensable dans l'atelier de dépannage ou chez le détaillant, pour vérifier des résistances mal marquées, ainsi que des accessoires divers.

On choisira de préférence un instrument mesurant 1 milliampère à déflection totale. Un milliampèremètre de 0-2 mA pourra aussi, à la rigueur, servir, mais la gamme des mesures sera moins étendue.

Pour que l'appareil soit portatif, on utilise comme source de tension une pile pour lampe de poche de 4,5 volts.

La tension de cette pile n'étant pas constante et pou-

vant même considérablement diminuer avec l'âge, il convient de compléter l'appareil par un dispositif de compensation.

Afin que la totalité de la graduation soit utilisée, il faut que la résistance r en série soit calculée pour que, sous la tension utilisée, le courant soit exactement de 1 milliampère.

Pour une tension de 4,5 volts, il faudra donc 4500 ohms (résistance propre du milliampèremètre comprise ; toutefois, celle-ci est négligeable et on peut ne pas en tenir compte).

Mais la tension peut être 4,6 V pour une pile neuve et descendre à 4 V et moins quand elle sera usée. La résistance r devra donc être variable pour s'adapter à ces diverses tensions. Nous la constituerons par une partie fixe r_2 de 4.000 ohms en série avec laquelle nous mettrons une résistance variable r_1 de 600 ohms, (un ancien potentiomètre bobiné, de poste à batteries, fera l'affaire) (fig. 39).

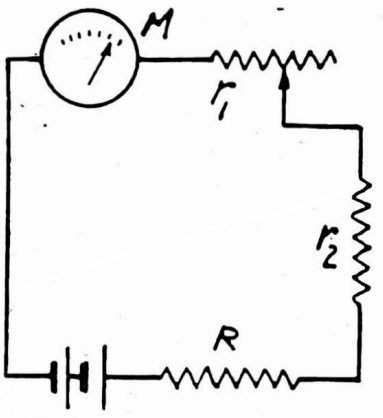


Fig. 39

Avant chaque mesure on court-circuite les bornes d'entrée de l'appareil et on amène l'aiguille en regard de la graduation 1 mA au moyen du potentiomètre.

Ce point sera marqué 0. C'est, en effet, le point de départ de la graduation en ohms dont le sens est inverse de la graduation habituelle.

0 signifie donc : Résistance nulle.

Pour l'étalonnage on se servira de résistances du commerce que l'on peut obtenir, sur demande, avec une précision à 1 % près. A défaut, on peut se contenter de

mesurer plusieurs résistances diverses de la même valeur nominale et de prendre *la moyenne* des lectures.

On commencera par marquer 50 ohms, puis 100, 200, 300, 500, 1000, etc.

On commencera par marquer 50 ohms, puis 100, certaines valeurs que l'on n'aurait pas sous la main en en mettant d'autres en série ou en parallèle.

On remarquera que les graduations tendront à se rapprocher de plus en plus à mesure que les résistances à mesurer seront plus grandes. L'échelle des ohms est en effet « logarithmique ». A partir de 1000 ohms on

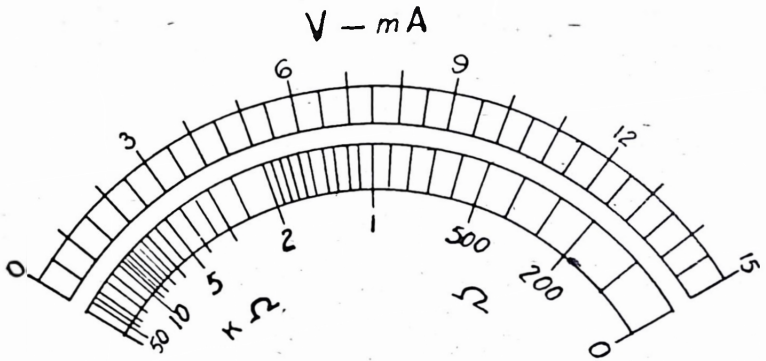


Fig. 40

n'inscrira plus que les valeurs de 1000 en 1000 ohms et, après 5000 ohms, on sautera à 10000 ohms, ensuite, on marquera de 10000 en 1000 ohms et ainsi de suite.

Nous donnons le fac-simile d'un cadran d'ohmmètre (fig. 40).

Avec la pile de 4,5 volts on obtiendra des lectures nettes jusqu'à 100.000 ohms.

On trouve actuellement dans le commerce des milliam-

pèremètres possédant un cadran gradué à l'avance en ohms.

On pourra, toutefois, déterminer, mais sans grande précision, les résistances jusque vers 500.000 ohms. Même pour des valeurs de l'ordre de 1 megohm, une légère déviation de l'aiguille permettra de se rendre compte si elles sont coupées ou non.

Une grande précision n'a, d'ailleurs, généralement pas d'importance en radiophonie pour les résistances de valeur élevée.

Pour faire des mesures bien nettes au-delà de 100.000 ohms, il faudrait utiliser une tension de 100 V environ.

On peut aussi utiliser le secteur (continu ou alternatif) et l'appareil de mesure universel pour déterminer, avec une précision approximative, les valeurs élevées. Sachant que la déflexion maximum correspond à 1 mA et connaissant la résistance propre de l'appareil, il est facile, par un simple calcul, de déduire la valeur de la résistance (voir formule donnée plus haut).

Un secteur de 220 volts permet de mesurer jusqu'à 2 megohms environ.

L'ohmmètre est non seulement utile pour la vérification individuelle des résistances, il constitue encore un appareil de dépannage extrêmement précieux, car en mesurant la résistance de divers circuits *en place,* on peut tirer certaines conclusions que ne donnent pas immédiatement les mesures de tensions ou de courants.

On trouvera page 112 le schéma d'un poste type dans lequel nous avons indiqué les résistances à trouver aux points les plus importants. Lorsque l'on se trouve en présence d'un poste tout à fait muet, une première vérification à l'ohmmètre peut déceler notamment des courts-circuits et éviter ainsi le risque de dégâts plus importants que pourrait entraîner la mise du poste sous tension.

LES PONTS DE MESURE

Le procédé de mesure de résistances décrit au chapitre précédent est sous la dépendance de divers facteurs variables qui empêchent la précision d'être très grande et, de plus, la lecture est difficile dans une bonne partie de l'échelle. Aussi, les ohmmètres sont-ils à recommander pour les contrôles rapides, mais les déterminations exactes ne peuvent être faites que par des appareils dérivés du *Pont de Wheatstone.*

Voici le principe général de cette méthode de mesure.

On connecte ensemble 4 résistances dont 3 (R_1, R_2 et R_3) sont connues et une (Rx) inconnue.

Un instrument de mesure très sensible (G) (un milliampèremètre de 0-0,5 mA par exemple) est connecté suivant une diagonale du carré formé par les résistances.

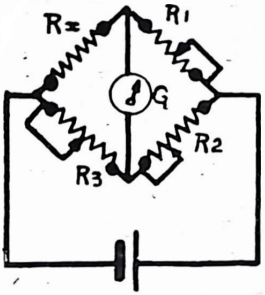


Fig. 41

Une source de courant (pile de quelques volts) est branchée suivant l'autre diagonale. Si les 4 résistances sont de valeur égale, ou même si $R_1 = Rx$ et $R_3 = R_2$, aucun courant ne passera par G. Si ces résistances sont variables et *étalonnées,* on pourra par exemple donner à R_2 et à R_3 une valeur quelconque pourvu qu'elles soient égales et varier R_1 jusqu'au moment où l'instrument marquera 0.

La valeur de Rx est à ce moment égale à R_1.

On utilise d'ordinaire pour R_1-R_2-R_3 des boîtes de résistances fixes rigoureusement étalonnées (boîtes *décades*) que l'on peut combiner ensemble de diverses manières.

Une variante du pont ci-dessus est le « Pont à fil » (fig. 42) dans lequel R_2-R_3 sont remplacées par un potentiomètre muni d'une graduation étalonnée. Les lectures sont alors rapides et très faciles. Il suffit d'amener le curseur du potentiomètre à un point où l'instrument marque 0. On a alors :

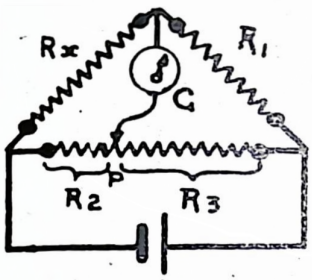


Fig. 42

$$\frac{R_2}{R_3} = \frac{R_1}{Rx}$$

d'où l'on tire facilement la valeur de Rx puisque R_1 est un étalon de valeur connue.

Le potentiomètre peut même être marqué directement en ohms ce qui facilite encore la mesure.

Ce genre de pont est moins précis que le pont de Wheatstone classique, mais il est beaucoup plus pratique pour les travaux courants et, surtout, il est encore de beaucoup plus précis qu'un ohmmètre.

Un dispositif similaire peut servir à la mesure des capacités et des self-inductions. Pour cela, au lieu d'alimenter le pont par du courant continu, on y fait circuler du courant alternatif fourni soit par un oscillateur soit par le secteur. Dans les appareils classiques l'instrument de mesure est remplacé, dans ce cas, par un casque et le réglage se fait en recherchant le point de silence. On utilise aujourd'hui de préférence un instrument de mesure à redresseur ou un voltmètre à lampes. On peut également utiliser une lampe indicatrice du type GE5 ou EM1. Le schéma général est donné figure 43 où Cx est la capacité à mesurer et C_1 une capacité étalon de grandeur plus ou moins approchante.

Il existe dans le commerce divers appareils basés sur ce principe et qui peuvent rendre de grands services dans le laboratoire de dépannage.

Pour la mesure des self-inductions, Cx est remplacé par le bobinage à mesurer et C_1 par un bobinage étalon.

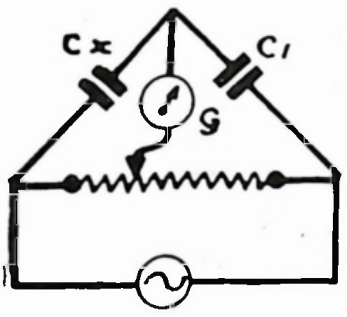


Fig. 43

Il est à remarquer toutefois qu'en ce qui concerne les bobinages HF, l'appareil ne mesure pas directement la self-induction en henrys, car les indications sont influencées par la résistance ohmique du bobinage ; néanmoins on peut en tirer des indications très utiles.

Notons, pour terminer, que l'on obtient toujours le maximum de précision dans les mesures au pont lorsque la valeur de l'étalon est sensiblement égale à la valeur de l'élément à mesurer.

Si le haut-parleur du poste à dépanner fait entendre des « toc-toc-toc » se suivant à un rythme plus ou moins rapide, il y a certainement coupure dans un des circuits de grille.

MESURE DE LA CONSOMMATION DES APPAREILS DE RADIO

Lorsqu'il s'agit d'un poste pour courant continu, il suffit d'intercaler un ampèremètre dans un des fils du secteur pour pouvoir déterminer exactement la consommation en appliquant la formule :

$$W = I \times V$$

On multipliera donc le courant marqué par l'ampèremètre par la tension du secteur et tout sera dit.

Sur courant alternatif, toutefois, il n'en est pas tout à fait de même, et l'indication donnée par un simple ampèremètre peut conduire à des conclusions inexactes.

Il faut, en effet, tenir compte du *facteur de puissance*, c'est-à-dire d'un décalage entre la tension et l'intensité.

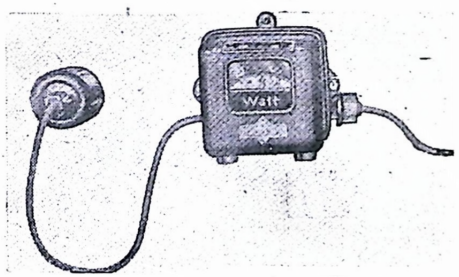
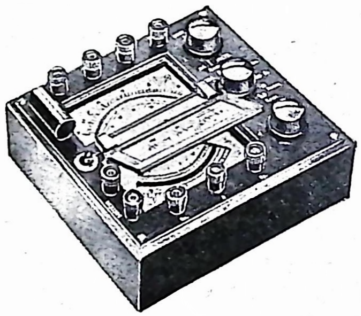


Fig. 44

Et ce facteur est variable suivant la construction du transformateur d'alimentation. Avec de mauvaises tôles ou une section de fer mal calculée il peut être très élevé.

Deux solutions peuvent être utilisées : Soit un ampèremètre directement étalonné en watts, en tenant compte d'un facteur de puissance moyen (cet appareil ne convient, toutefois, que pour une tension déterminée).

Ou bien un appareil conçu suivant le principe des compteurs électriques et comportant un disque entraîné par induction ; des instruments de ce type se trouvent maintenant dans le commerce. Ils peuvent rendre d'utiles services aux revendeurs pour dissiper les préventions de leurs clients quant à la consommation d'un poste.



Contrôleur universel de commerce (*Vafo*) permettant des mesures de E, I, C et R en continu et alternatif.

MISE AU POINT D'UN RECEPTEUR-TYPE

On peut considérer, qu'à l'heure actuelle, l'immense majorité des postes récepteurs se ramène à quelques variantes d'un même type et que les différences portent sur des points secondaires et, plus particulièrement, sur le mode d'alimentation.

En conséquence, nous avons établi le schéma d'un poste récepteur classique comportant la plupart des dispositifs que l'on rencontre dans les appareils du commerce les plus récents (fig. 45).

La méthode de mise au point appliquée à ce poste-type peut servir dans presque tous les cas.

Le matériel nécessaire pour la série d'opérations, décrites plus bas, est le suivant :

1° Une hétérodyne HF (modulée, de préférence, mais non obligatoirement), correctement étalonnée, y compris la gamme des MF. Nous supposons que la MF du récepteur est 472 kHz et que l'hétérodyne porte un repère permettant de se régler bien exactement sur cette fréquence. (La méthode resterait, bien entendu, la même pour toute autre MF.) Une antenne artificielle doit, de plus, être prévue, soit séparément, soit incluse dans l'hétérodyne.

2° Un appareil de mesure universel, du type décrit dans cet ouvrage, ou un voltmètre du commerce, ayant au moins 500 ohms par volt et donnant les gammes 0-15 et 0-300 volts. Un milliampèremètre de 0-50 (ou 100) mA est utile, mais pas indispensable (peut être intercalé dans le circuit de plaque de la lampe finale).

Nous supposons que les pièces sont toutes en bon état, qu'il n'y a pas d'erreur de montage et qu'aucun phénomène anormal ne se produit lors de la mise en marche du poste. S'il en était autrement, il faudrait, au préalable, s'en référer aux chapitres traitant des pannes.

L'appareil est présumé sain, mais non réglé.

Avant de commencer la mise au point proprement dite, il sera bon de procéder à une vérification générale des tensions. Celles-ci devront correspondre sensiblement à celles marquées sur le schéma de principe. Toutefois, des écarts de l'ordre de 10 % n'auront pratiquement aucun effet sur le rendement d'un poste bien construit.

Pour éviter des accrochages intempestifs dus à l'instabilité en HF et qui seraient de nature à fausser certaines lectures, il est bon de mettre l'antenne et la terre au poste ou, encore, de connecter ensemble les bornes « antenne » et « terre ».

La vérification des tensions une fois faite, on pourra procéder à l'alignement des circuits.

Pour cela on utilisera les indications données par la lampe indicatrice.

Au cas où les indications de cette lampe ne paraîtraient pas suffisamment nettes (C.A.V. mal établi) ou bien s'il n'y a pas de lampe indicatrice, on devra brancher soit un milliampèremètre de 0-10 mA dans le circuit de plaque de la lampe HF à l'endroit marqué M soit un voltmètre entre la cathode de la lampe HF et la masse.

Ce voltmètre devra avoir une lecture ne dépassant pas 5 volts. En l'absence d'une lampe HF, les mesures seront prises de la même manière à la lampe MF.

Pour employer le milliampèremètre, il sera nécessaire de dessouder une connexion. Ce système est donc moins pratique que l'emploi du voltmètre.

Il existe, cependant, des récepteurs où l'emploi du

voltmètre est impossible parce que les cathodes sont directement reliées à la masse.

Le premier réglage à faire est celui de la MF. Pour cela il est utile d'empêcher la lampe changeuse de fréquence d'osciller. Cela se fait en reliant provisoirement sa grille N° 1 à la masse ou en court-circuitant l'enroulement oscillateur.

On relie ensuite la grille de contrôle de cette lampe à l'hétérodyne par l'intermédiaire d'une capacité C de 100 à 500 μμF (la valeur n'a aucune importance). L'antenne artificielle n'est d'aucune utilité (fig. 46).

Le récepteur sera mis sur la gamme GO.

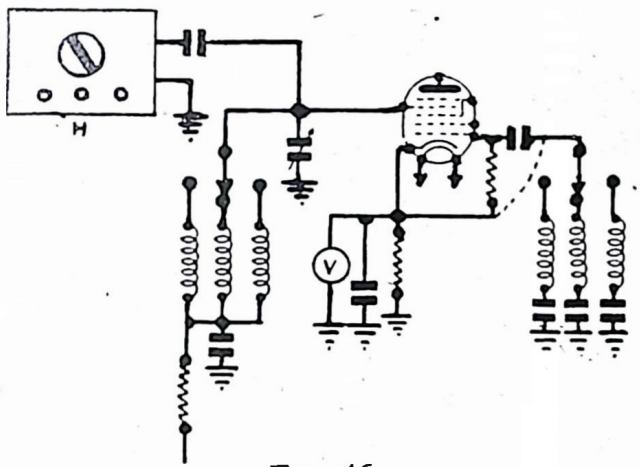


Fig. 46

N.-B. — La figure 45 est constituée par le dépliant entre pp. 112 et 113.

On allume ensuite le poste.

Si les MF sont à couplage variable de manière à permettre de régler la sélectivité du poste, ce couplage devra être réduit au minimum, c'est-à-dire les bobinages éloignés le plus possible l'un de l'autre, ou la vis de couplage desserrée à fond.

Quelques secondes après la mise en marche du poste, le milliampèremètre marquera 6 à 7 mA, ce qui est le

débit normal d'une penthode HF en dehors de toute réception, ou bien le voltmètre indiquera 2 à 3 volts.

On met maintenant en marche l'hétérodyne et on la règle soigneusement sur 450 kHz.

Si les MF ne sont pas absolument trop déréglées, on constatera d'emblée soit une fermeture plus ou moins accentuée du secteur de la lampe indicatrice ou bien une diminution de la valeur indiquée par l'un ou l'autre instrument de mesure.

On doit ensuite serrer ou desserrer chacun des « trimmers » (capacités réglables) des MF à tour de rôle jusqu'au point où, pour chacun d'eux, le secteur d'ombre de la lampe indicatrice sera le plus faible ou que les instruments indiqueront la plus faible valeur. Ce point doit être très net.

Lorsque les 4 circuits MF seront ainsi accordés, on déconnectera l'hétérodyne et on le reliera à la borne « antenne » du poste, en intercalant l'antenne artificielle (fig. 47).

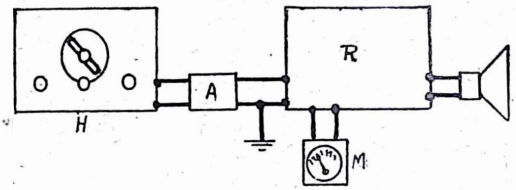
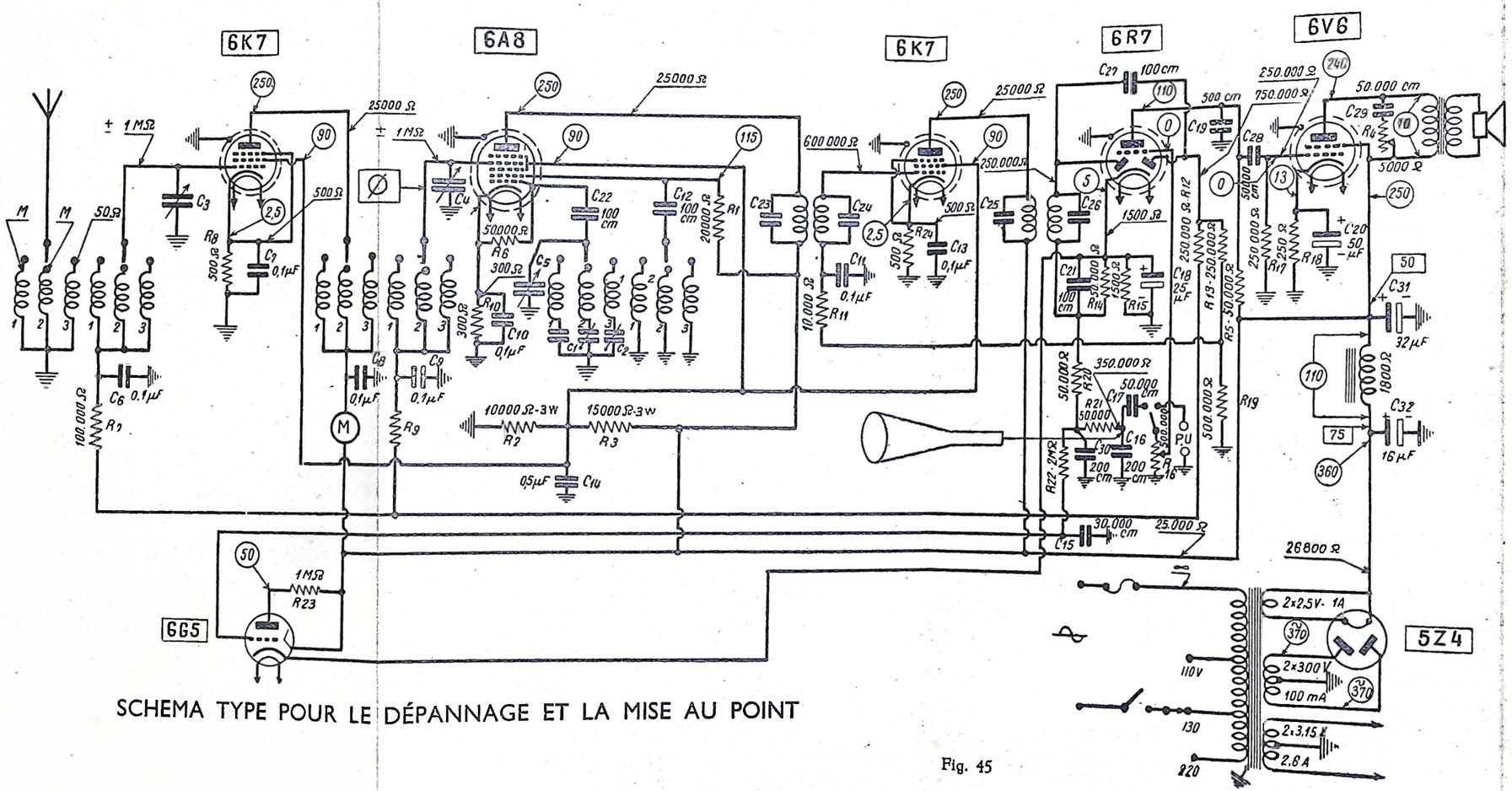


Fig. 47

On n'oubliera pas d'enlever le fil court-circuitant la grille N° 1 de la lampe changeuse de fréquence.

On procède maintenant comme suit :

Régler l'hétérodyne sur 250 mètres, mettre le combinateur du poste sur PO et amener le réglage de celui-ci sur la même longueur d'onde.



SCHEMA TYPE POUR LE DÉPANNAGE ET LA MISE AU POINT

Fig. 45

80 — Tension continue en volts

250 — Tension alternative en volts

5 — Intensité en mA.

100.000 Ω — Résistance entre le point et la masse

M — Résistance négligeable entre le point et la masse

Oscillographe cathodique

Hétérodyne modulée

Si tout est en ordre, on aura une indication très nette à l'instrument de contrôle.

Pour la clarté des lectures subséquentes, on diminuera un peu le débit de l'hétérodyne en agissant sur le potentiomètre de celle-ci.

Procéder alors au réglage des « trimmers » des bobinages de la gamme PO.

Pour commencer, on ne touchera pas à celui de la section qui accorde le circuit oscillateur : C'est *par rapport à celui-ci* que l'on doit régler les deux autres.

Premier cas : Pour chacun des deux trimmers on trouve un point très net *de part et d'autre,* duquel le débit en mA augmente. On les laisse alors sur ce réglage et on passe aux opérations suivantes.

Deuxième cas : Pour un des deux trimmers (ou éventuellement pour les deux) il n'y a pas de point d'accord précis.

a) Si, à mesure que l'on *serre* le trimmer incriminé, l'instrument de contrôle indique que l'on *s'éloigne* de l'accord, il faut *serrer* le trimmer de l'oscillateur. On retrouvera l'émission quelques degrés plus bas sur le cadran et on recommencera l'alignement sur ce nouveau réglage.

Si, même avec le trimmer de l'oscillateur *entièrement serré,* on ne trouve pas de point d'accord pour l'un des circuits, il est possible que le padding est tout à fait déréglé ou que le bobinage n'est pas en bon état.

b) Si, à mesure que l'on *serre* un des trimmers, l'instrument de contrôle indique que l'on marche vers l'accord sans toutefois y arriver, avant serrage complet, *desserrer* le trimmer d'oscillateur de manière à retrouver l'émission *un peu plus haut* sur le cadran. Puis, on recherche à nouveau le point d'accord sur les deux autres trimmers.

Si, avec le trimmer du condensateur d'oscillateur entièrement *desserré* l'accord ne peut être obtenu avec aucun des deux trimmers, c'est que le bobinage oscillateur a été mal établi ou est avarié.

Ayant réalisé l'alignement des circuits sur 250 mètres, on prendra une longueur d'onde vers l'autre extrémité du cadran. 500 mètres convient parfaitement.

Ayant réglé l'hétérodyne, puis le poste, sur cette fréquence, il faut vérifier si les trimmers des bobinages HF PO n'ont pas besoin de retouche.

Premier cas : Ils sont encore au meilleur point d'accord ou en diffèrent à peine : Le réglage en PO peut être considéré comme terminé.

Deuxième cas : Un des trimmers n'est plus au meilleur point d'accord, tout en ne s'en éloignant pas de plus d'un quart de tour dans l'un ou l'autre sens. On peut, dans ce cas, tenter d'y remédier en pliant légèrement les lames mobiles fendues du condensateur d'accord.

Il est, toutefois, difficile de limiter à une gamme bien déterminée la correction ainsi obtenue.

Il faut aussi bien noter que l'on peut *enlever de la capacité* en pliant *vers le dehors* un secteur de lame, mais que l'on ne peut en ajouter, à moins que des secteurs aient déjà été écartés à l'usine (ce qui est l'indice d'une fabrication peu régulière).

Donc, si l'on se trouve dans l'obligation de devoir *ajouter de la capacité* pour rétablir l'accord, il ne faut pas toucher à la section où le manque de capacité se fait sentir mais *diminuer la capacité des deux autres sections.*

Troisième cas : Les deux trimmers doivent être retouchés d'une valeur égale. Cela indique une mauvaise valeur de la capacité C.

a) Si les trimmers ont dû être *serrés,* C était trop grand.

b) Si les trimmers ont dû être *desserrés*, C était trop petit.

Il suffit d'agir simultanément sur le condensateur d'accord et C, serrant l'un et desserrant l'autre ou vice-versa, jusqu'à ce que l'on trouve le meilleur point d'accord (lecture minimum de l'instrument ou zone d'ombre minimum de la lampe indicatrice).

Après avoir trouvé une combinaison correcte pour les deux points de réglage (250 mètres et 500 mètres), on vérifie l'accord sur 350 mètres et on fait le réglage définitif et tout à fait précis sur ce point.

Cette manière de procéder est la plus facile, mais non la plus scientifique : Elle suffit cependant dans la plupart des cas. Pour une méthode plus rigoureuse, voir : « Traité de l'alignement pratique des récepteurs à réglage unique », par Planès-Py et Gély.

Réglage en GO : Régler l'hétérodyne sur 1500 mètres.

Agir sur C_2. A mesure que l'on règle C_2, on doit modifier le réglage au cadran car l'ajustement de C_2 déplace le point d'accord sur ce dernier.

Il faut donc travailler simultanément *des deux mai* pour obtenir le meilleur point d'accord.

Après avoir fait le meilleur alignement sur 15 mètres, on procède à une vérification sur 1900 mètres et sur 1300 mètres.

Le principe est le même en PO : sur les fréquences les plus élevées (1300 m.) agir uniquement sur *le trimmer* de l'oscillateur et sur le haut de la gamme (1900 m.) uniquement sur *le padding*.

Finalement on peut retoucher légèrement les trimmers HF pour les mettre d'accord entre eux.

Si l'on n'arrive pas à aligner l'oscillatrice avec les autres circuits, on peut essayer d'y remédier en mettant une faible capacité (25 à 50 µµF) *en parallèle* sur l'en-

roulement GO de la bobine oscillatrice et refaire à nouveau le réglage GO comme ci-dessus. Cette capacité est indiquée en pointillé sur le schéma (fig. 48).

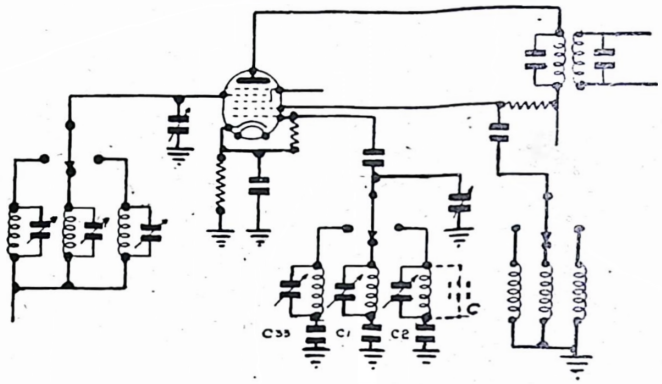


Fig. 48

Réglage en OC : On suit les mêmes principes que pour les PO ; toutefois, dans beaucoup de postes, le padding C33 est fixe ou bien n'existe pas.

On cherchera donc le meilleur compromis exclusivement au moyen des trimmers et ce, en trois points : en haut, au milieu et au bas de la gamme.

TABLE ANALYTIQUE
POUR LA RECHERCHE SYSTEMATIQUE
DES PANNES D'UN RECEPTEUR

Le récepteur hypothétique qui est envisagé ici est celui dont le schéma est donné entre les pages 112 et 113 (fig. 45), la grande majorité des cas pouvant se rapporter à un appareil de ce type.

Il est fait abstraction de toute cause de panne provenant *des lampes,* la recherche étant sensée faite après avoir muni le poste de *lampes éprouvées.*

D'autre part, la table est destinée au dépannage d'un poste *ayant fonctionné normalement* et supposé ne pas renfermer de fautes de construction.

Pour la tension normale que l'on devra trouver aux divers endroits du poste, il faut également se rapporter au schéma en ne perdant pas de vue que des écarts, en plus ou en moins, allant jusqu'à 20 %, ne peuvent être considérés comme anormaux.

En se servant de cette table, noter que le chiffre de droite renvoie à un autre paragraphe de cette même table, en sorte qu'elle contient, pour tous les cas courants, tout le chemin à suivre avec méthode.

1	Silence complet	2
	Fonctionnement imparfait ou tout au moins bruit quelconque dans le haut-parleur	24
2	Les lampes s'allument	3
	Les lampes ne s'allument pas	59

3 Il y a de la tension à la plaque de la lampe finale 4
Il n'y a aucune tension à la plaque de la lampe finale 18

4 La mise à la masse de la grille de la dernière lampe ou d'une lampe précédente ne cause aucun bruit dans le haut-parleur 5
Cette opération produit un claquement dans le haut-parleur 9

5 Il n'y a pas de tension à la grille-écran de la lampe finale : *connexion dessoudée.*
La tension de cette grille-écran est normale ou bien la lampe finale est une triode 6

6 Il y a de la tension aux autres grilles-écran 7
Il n'y a pas de tension aux autres grilles-écran : C_{14} *claquée, connexion touchant la masse ou dessoudée ou* R_9 *coupé.*

7 Il y a de la tension à la plaque de la détectrice 8
Il n'y a pas de tension à la plaque de la détectrice : C_{10} *claquée,* R_5 *coupé ou connexion s'y rapportant touchant le châssis.*

8 La mise à la masse de la plaque de la détectrice produit un fort claquement dans le haut-parleur 62
Cette opération ne produit aucun bruit dans le haut-parleur : *la grille de la lampe finale est à la masse,* C_{28} *est défectueux, une connexion s'y rapportant est désoudée.*

9 En plaçant l'antenne sur la grille de la lampe MF, on entend des signaux ou, au moins, des parasites 10
Cette opération ne produit aucun bruit 15

10 On entend les mêmes signaux en plaçant l'antenne à la grille de la lampe 6A8 11
On n'entend rien en plaçant l'antenne à cette grille 14

11 En plaçant l'antenne sur la grille de la lampe HF, on entend les émissions de manière presque normale, mais en l'attachant à la borne d'antenne on n'entend plus rien 34
On n'entend rien en plaçant l'antenne sur la grille de la lampe HF 12

12 En détachant la connexion de cette grille et en y attachant l'antenne, on entend des postes ou tout au moins des sifflements et des ronflements: *la grille était court-circuitée à la masse par la faute d'une connexion se rapportant à la bobine d'entrée ou ses annexes : Vérifier le point de passage des connexions à travers le blindage.*
En faisant comme ci-dessus on n'entend rien 13

13 Il y a une tension positive de quelques volts à la cathode de la lampe HF. (Si la cathode est reliée directement à la masse, vérifier le courant de plaque en insérant un milliampèremètre au point indiqué M sur le schéma) : *Il y a un défaut dans le transformateur HF ou dans les circuits connexes : vérifier l'ensemble.*
Il y a une tension à la cathode qui est beaucoup trop élevée, le courant anodique est nul : R_8 *désoudée ou coupée* (voir aussi chapitre suivant).

14 *Le premier transformateur MF est défectueux ;* C_{23} *ou* C_{24} *sont court-circuités ou le secondaire est coupé.* (Voir aussi chapitre suivant.)

15 Pas de tension à la plaque de la lampe MF. 16
Tension normale à la plaque de cette lampe. 17

16 2e *transfo MF défectueux : primaire coupé.*

17 C_{25} *ou* C_{26} *court-circuités, secondaire coupé.* (ou voir 14?)

18 Il y a de la tension à toutes les plaques, sauf

celle de la lampe finale ; la lampe indicatrice est verte 19
Il n'y a de tension à aucune plaque 20

19 *Transformateur de sortie coupé* (transformateur du dynamique) *ou connexion de haut-parleur dessoudé* (examiner aussi cordon.)

20 Il y a de la tension avant filtrage, à C_{32} 21
Il n'y a pas de tension à cet endroit 22

21 La tension est faible : le transformateur d'alimentation, la redresseuse et le pot du dynamique chauffent fort : *court-circuit à la masse après filtrage : C_{31} est probablement claqué.* La tension est très élevée. Aucun organe ne chauffe anormalement, mais on entend, peut-être, un bruit d'ébullition dans C_{32} : *l'enroulement d'excitation du dynamique est coupé ou une connexion s'y rapportant est dessoudée.* (Vérifier aussi le cordon.)

22 C_{33} *est claqué.*
Ce condensateur n'est pas claqué : En le déconnectant il n'y a pas toujours de tension 23

23 Le point milieu de l'enroulement haute tension du transformateur est dessoudé de la masse.
Cette connexion est bonne.

24 Il y a de la tension sur la plaque de l'oscillatrice 27
Il n'y a pas de tension à cet endroit 26

25 *Coupure dans l'enroulement de la plaque de la self oscillatrice.*
Self en bon état.

26 R_{11} *coupé ou* C_{12} *claqué.*

27 La lampe 6A8 oscille (craquements en touchant la grille N° 1) 32
La lampe n'oscille pas au moins sur certaines gammes ou sur une partie de certaines gammes 28

28 R_{10} *coupée ou déconnectée.*
R_{10} en bon état.

29 Pas de tension à la grille-écran de la 6A8 6
Tension normale à cette grille écran 30

30 C_{22} *défectueux : Claqué ou sans capacité.*
Ce condensateur est bon 31

31 R_9 *déconnectée ou défectueuse (inexacte à la* suite d'un remplacement) *ou enroulement de réaction inversé à la suite d'une réparation.*

32 Le poste reçoit toutes les stations, mais moins fort que normalement et accompagné d'un très fort bruit de souffle 33
Troubles autres que celui ci-dessus 39

33 La réception s'améliore en mettant l'antenne directement sur la grille de la première lampe 34
Il n'y a pas d'amélioration en faisant cet essai 35

34 *Défectuosité de la bobine d'antenne, antenne déconnectée à l'intérieur du poste, borne d'antenne mise à la masse* (attention aux gaines faradisées !)

35 Pas de tension à la plaque de la première lampe 36
Tension normale à cette plaque 37

36 *Primaire du transformateur coupé ou connexion s'y rapportant dessoudée.*

37 R_8 *coupée ou déconnectée.*
Connexions de cathodes correctes 38

38 *Défectuosités dans le transformateur HF : Eventuellement contacteur de changement de longueur d'onde ne fonctionnant pas.*

39 Rien que des parasites d'un bout à l'autre de la gamme ou une seule station plus ou moins bien 40
Défaut autre que ci-dessus 42

40 *L'axe du condensateur d'accord n'est plus entraîné par le démultiplicateur par suite du desserrage des vis du manchon.*

L'axe est convenablement entraîné 41

41 *Il y a une connexion détachée dans le circuit d'accord de l'oscillateur.*

42 Nombreux coups de sifflet, *dont le ton change* avec le réglage, pendant la recherche des postes. Les stations puissantes sont perçues en plusieurs endroits 43

Défaut autre de celui ci-dessus 44

43 *Manque d'alignement des bobines HF, trimmers de C et C_4 déréglés* (voir aussi à 38).

44 Sifflements ne *changeant pas de ton avec le* réglage, nombreuses interférences et manque de sélectivité 45

Défaut autre que celui ci-dessus 46

45 *Un ou les deux transformateurs MF déréglés.* C_{23}, C_{24}, C_{25} et C_{26} ne sont pas alignés) (Consulter le chapitre précédent.)

46 Effets de réaction dans le poste : sifflements, accrochages, instabilité et réception peu nette 47

Défaut autre que celui ci-dessus 50

47 Mauvais fonctionnement du C.A.V. : un milliampèremètre branché en V. ou un voltmètre (0-10 volts) mis en parallèle sur la résistance R_8 ou R_{11} ne marque aucune variation dans la lecture quand on passe sur une émission ou une variation très faible, même sur les stations puissantes. La lampe indicatrice ne fonctionne pas. 48

Les indications d'accord sont bien nettes sur toutes les stations 49

48 C_{11} *ou éventuellement* C_{6}, C_{9} *ou* C_{11} *claqués,* C_{27} *n'a pas de capacité,* R_{7}, R_{9} *ou* R_{12} *coupées, valeur trop faible de* R_{13} (par suite de remplacement) *contact à la masse d'une connexion du C.A.V.*

49 C_{14} *n'a pas de capacité ou est déconnecté ou est défectueux (inductif).* (Ne peut, en aucun cas, être remplacé par un électrolytique). C_{31} *n'a plus de capacité suffisante.* C_{8} *n'a plus de capacité.*

La tension des grilles-écran est trop élevée (voisine de celle des plaques) 66

50 La reproduction est fortement déformée et chevrottante. Il y a un fort bruit de secteur et la dernière lampe chauffe anormalement 51

Défaut autre que ci-dessus 54

51 On trouve une tension *positive* sur la grille de la dernière lampe 52

On ne trouve pas de tension positive sur cette grille 53

52 C_{25} *est claqué.*

53 C_{20} *est claqué ou court-circuité.* (Par ce fait la lampe n'a plus de polarisation.)

54 La puissance est réduite, les notes graves manquent de netteté et le son est accompagné d'un bruit continuel de crissement 55

Défaut autre que ci-dessus 56

55 *Le dynamique est décentré et la bobine mobile frotte dans l'entrefer.*

56 On entend un parasite continuel, même lorsque l'antenne est détachée et le parasite continue lorsque la grille de la détectrice est court-circuitée à la masse 57

Le parasite cesse lorsque la grille de la détectrice est mise à la masse 58

57 C_{25} *est défectueux et sur le point de claquer ou bien* R_5 *est défectueuse.* (Vérifier aussi C_{10}.)

58 *Il y a quelque part un arc entre une connexion sous tension et le châssis, ou bien une résistance est coupée mais le courant continue à passer sous forme d'étincelles.* (Faire un essai dans l'obscurité pour localiser le défaut par la lueur) *Enfin le transformateur d'alimentation peut être défectueux* (défaut d'isolement).

59 *Le fusible du poste est brûlé.*
Le fusible est intact, ou il n'y a pas de fusible 60

60 *L'interrupteur de réseau ne fonctionne pas.*
L'interrupteur est en ordre.

61 *Un des pôles du circuit de chauffage est à la masse ou dessoudé du transformateur.* (Il doit y avoir néanmoins de la tension.)
Le primaire du transformateur est coupé.

62 La mise à la masse de la grille de la lampe détectrice ne produit aucun bruit dans le haut-parleur 63
Cette action produit un claquement très net dans le haut-parleur 64

63 *Il y a un court-circuit entre la grille de la détectrice et le châssis. Le potentiomètre* R_{10} *est, peut-être, défectueux.* (Attention à la gaîne faradisée !)

64 R_{20} *ou* R_{21} *coupés.*
Ces résistances ne sont pas coupées 65

65 C_{21}, C_{30} *ou* C_{10} *est claqué ou* R_{14} *défectueuse.*

66 R_2 est déconnectée de la masse ou coupée.

67 *Transformateur d'alimentation défectueux : Se-*

condaire HT coupé.

Cas spéciaux se rapportant aux postes du type « Universel » :

A Le poste ne s'allume pas — B
Le poste s'allume — C

B *Résistance de chauffage coupée.*
Résistance de chauffage en bon état — D

C Réception faible et déformée n'augmentant pas quand on tourne le potentiomètre — E
Autre défaut à retenir : revenir ci-dessus à — 3

D *Ampoule de cadran brûlée.*
Ampoule intacte : revenir ci-dessus à — 59

E *Enroulement d'excitation coupé.*

Dites-vous bien que tout récepteur qui a fonctionné peut être dépanné. Ne vous découragez donc pas, prenez patience, procédez avec méthode et vous réussirez toujours.

EXEMPLES DE CAS EMBARRASSANTS ET LEURS REMEDES

Nous ne saurions prétendre décrire toutes les possibilités de mauvais fonctionnement d'un récepteur : Dix volumes n'y suffiraient pas. Nous nous bornerons donc à donner quelques exemples de cas, pouvant embarrasser un technicien qui les rencontre pour la première fois.

1°) L'appareil fonctionne normalement, mais il se produit au bout de quelque temps un brusque affaiblissement de l'audition pouvant aller jusqu'à la disparition totale ou, encore, une émission se substitue tout à coup à une autre. *En tournant le cadran de quelques degrés on retrouve le poste à sa puissance normale ou très légèrement diminuée.*

Le phénomène se reproduit parfois au bout de quelques minutes et l'on retrouve le poste à sa place normale.

La cause générale du phénomène est un mauvais contact dans une des parties du circuit d'hétérodyne. Ce mauvais contact a pour effet de modifier les constantes du circuit et, par suite, la fréquence de l'oscillation.

Il est à remarquer qu'on n'observe jamais le phénomène en GO (du moins un tel cas n'a jamais été constaté par l'auteur).

Le coupable est le plus souvent le combinateur dont les lames court-circuitant la partie GO de l'enroulement réactif du bobinage oscillant ferment mal.

Il se fait alors que le contact est précaire et que cette partie de l'enroulement est tantôt en circuit et tantôt

pas. L'introduction de cet enroulement supplémentaire a pour effet de modifier légèrement les constantes du bobinage et par suite le point d'accord.

Nous avons rencontré un autre cas où il s'agissait d'un défaut du trimmer de la section du condensateur d'accord, accordant l'oscillatrice et un cas où la lampe oscillatrice elle-même était en défaut : Il devait y avoir une pièce interne mal fixée.

2°) *Il se produit un ronflement de secteur, mais uniquement au moment de l'accord précis sur une émission et ce ronflement est d'autant plus accentué que la station reçue est plus puissante.*

Il s'agit d'une modulation de l'onde porteuse à la fréquence du secteur.

Cela est souvent dû à la présence dans le secteur d'une composante HF qui est modulée à 50 p/s, captée par les circuits du poste et superposée à l'onde porteuse.

Ce désagréable phénomène se produit surtout avec les réseaux aériens.

Le remède le plus efficace est l'emploi d'un transformateur d'alimentation muni d'un écran électrostatique entre primaire et secondaires. Aucun transformateur d'alimentation ne devrait encore être construit sans cette précaution.

Au cas où celui de l'appareil n'en serait pas muni, on supprime d'ordinaire le phénomène en intercalant entre chaque pôle du secteur et la masse une capacité *non inductive* de 0,01 ou même 0,005 µF. Il suffit même souvent de mettre une capacité à un seul pôle. Ces condensateurs doivent être éprouvés à 2.000 volts *au moins*.

Dans certains cas, c'est la lampe redresseuse qui est en faute. Certaines, dont le vide n'est plus très bon, engendrent des oscillations à fréquence très élevée (oscillations de Barkhausen) qui sont modulées à la fréquence du secteur et se propagent dans le poste.

Il faut alors placer des capacités de l'ordre de 0,01 µF entre les plaques de la redresseuse et la masse ou entre les plaques et filament. Ces capacités doivent être éprouvées à 3.000 volts au moins et être rigoureusement non inductives. Elles coûtent assez cher. Il faut savoir que leur claquage est de nature à provoquer la destruction du transformateur d'alimentation, ou celle de la redresseuse.

Un écran électrostatique est encore utile dans ce cas.

Il est à remarquer que les redresseuses à atmosphère gazeuse (vapeur de mercure) sont très sujettes à des phénomènes de ce genre et que, de toute façon, elles nécessitent un filtrage beaucoup plus poussé.

Un effet du même genre se produit encore dans certains postes, lorsque la descente d'antenne voisine avec des fils de secteur ou est entremêlée, au voisinage du poste, avec le cordon d'alimentation.

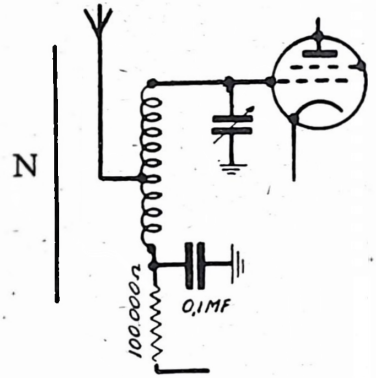


Fig. 49
N = Secteur

Il est surtout marqué lorsque le circuit de grille de la première lampe présente une résistance ohmique élevée. La fig. 49 représente un cas type.

Les charges alternatives à 50 p/s transmises électrostatiquement à l'antenne ne peuvent s'écouler assez rapidement et sont transmises à la grille de la lampe où elles modulent le signal reçu.

Le remède consiste à permettre à l'antenne d'évacuer librement la composante 50 p/s, tout en conservant

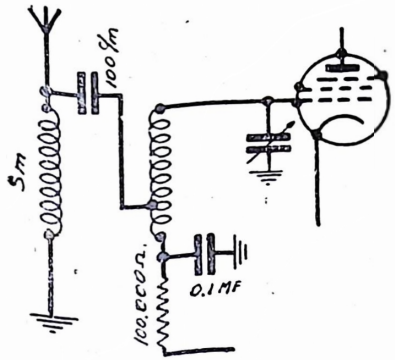


Fig. 50

Sm = bobine de choc

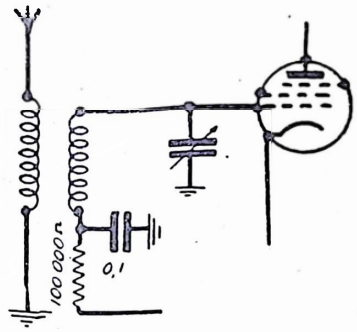


Fig. 51

le signal HF.

La fig. 50 donne une des solutions. On intercale une capacité d'environ 100 à 250 cm. entre la bobine d'accord et l'antenne et on relie en outre cette dernière à la terre à travers une bobine d'arrêt HF.

Celle-ci n'offre, pour ainsi dire, aucune résistance au courant 50 p/s, tandis qu'elle bloque efficacement la HF. La capacité forme d'autre part un obstacle sérieux au courant induit par le secteur tout en laissant facilement passer la HF.

Un montage comme celui indiqué fig. 51, donne le même résultat à condition que le couplage ne soit pas trop serré.

3°) *Refus de fonctionnement du C.A.V.* alors que toutes les résistances et capacités s'y rapportant, ont été trouvées en bon état.

On trouve une tension *négative* au départ de la diode de contrôle, mais aux grilles mêmes la tension *est positive.*

Il en résulte un débit anodique absolument exagéré des lampes HF et MF.

La coupable est une de ces deux lampes qui présente le défaut d'engendrer du *courant inverse de grille*.

Cette maladie est due au fait que la grille, qui, par son voisinage avec la cathode, se trouve forcément portée à une température assez élevée, *se met à son tour à émettre des électrons* et se comporte comme une seconde cathode.

Elle tend donc à devenir *positive*. Si elle était reliée directement à la masse, les électrons perdus seraient instantanément récupérés, mais dans le cas du C.A.V. une série de résistance très élevées est interposée. L'ensemble forme un total de plusieurs megohms.

Par conséquent, un courant, même infime, y cause une chute de tension très considérable qui annule et même dépasse la tension négative initiale.

La grille ne pouvant récupérer assez vite les électrons perdus, devient de plus en plus positive et perd tout contrôle sur la lampe.

Il peut alors se passer divers phénomènes contradictoires qui rendent souvent le diagnostic difficile. Il peut y avoir notamment perte de puissance ou, au contraire, augmentation de puissance avec accrochage et sifflements, la sélectivité peut être fortement réduite, etc...

On a donc toujours intérêt à réduire autant qu'il y a moyen la résistance totale de l'ensemble du C.A.V.

On est toutefois limité dans cette voie par la nécessité d'un découplage suffisant. D'autre part, la diode de contrôle doit, pour bien faire, avoir une résistance de charge aussi élevée que possible, si l'on veut que le dispositif ait un bon rendement.

C'est pourquoi, dans un appareil normal, où toutes les précautions ont été prises, il n'y a guère de remède que de changer la lampe.

On veillera aussi à ne pas trop chauffer les lampes, on conçoit, en effet, que le phénomène prendra naissance

d'autant plus facilement que la grille est plus chaude.

4°) *Anomalies dues aux éléments de détection :* Lorsque la résistance de détection R_1 (fig. 52) est coupée ou dessoudée, des effets particuliers se produisent dont la cause est souvent fort difficile à déceler.

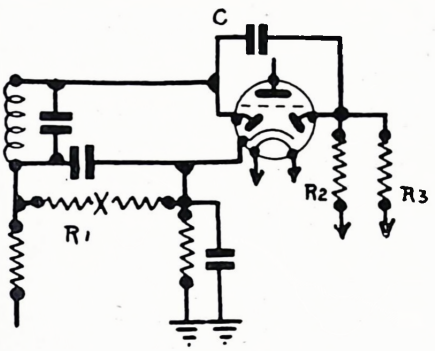


Fig. 52

Il peut y avoir une violente oscillation de la lampe MF due au fait que le secondaire du transformateur MF n'est plus amorti par le courant de diode. Celle-ci, en effet, n'est plus couplée à la cathode et aucun redressement ne peut se faire. On voit donc d'ordinaire la zone d'ombre de la lampe indicatrice disparaître entièrement. Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, il peut encore y avoir audition car la deuxième diode, qui commande le C.A.V., continue à redresser les courants HF et les courants BF détectés sont transmis à la grille de la lampe par capacité.

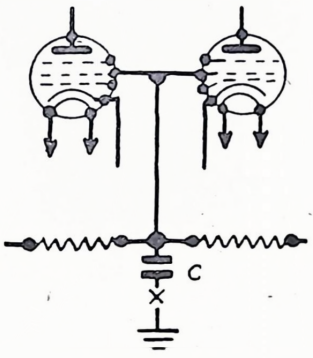


Fig. 53

L'audition s'accompagne de sifflements et de distorsions et, d'ordinaire, on soupçonne le transformateur MF.

5°) *Les mauvaises masses* peuvent causer les troubles les plus divers dont l'origine reste souvent obscure.

Lorsque ces masses se rapportent à un élément de découplage (fig. 53) par exemple le condensateur C, le résultat normal est la production d'oscillations (coups de sifflets ou grognements).

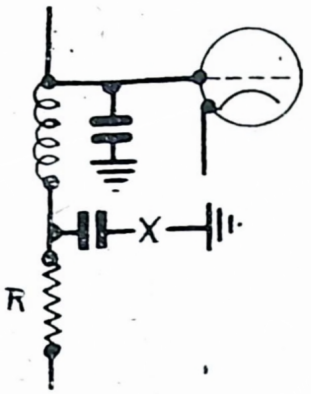


Fig. 54

Par contre, une perte notable de sensibilité résulte parfois d'une mauvaise connexion à la masse d'un condensateur intéressant le circuit C.A.V. (fig. 54).

La résistance R est, en ce cas, en série avec le bobinage et cause un grand amortissement. S'il s'agit d'un transformateur MF il y a, en outre, une perte de sélectivité.

6°) *Le circuit de chauffage* peut être cause de phénomènes bizarres : Ronflements accordables comme au 2°), instabilité et accrochages en HF.

Le circuit de chauffage des lampes est normalement mis à la masse par l'intermédiaire d'une prise médiane sur l'enroulement du transformateur (fig. 55).

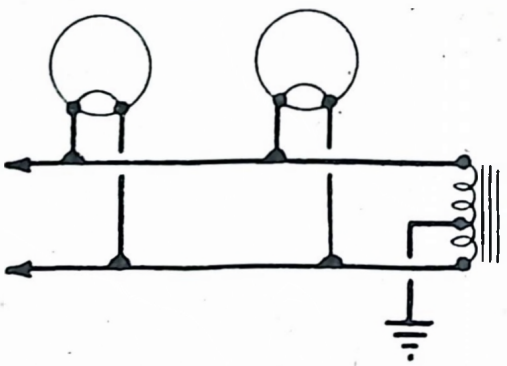


Fig. 55

Certains constructeurs toutefois omettent de faire ce raccordement, ce qui paraît admissible à première vue quand toutes les lampes sont à chauffage indirect. Mais on perd de vue que le réseau de chauffage est susceptible de canaliser des courants HF d'une lampe à l'autre et de causer de l'instabilité. On supprimera sans inconvénient le défaut en mettant un

des pôles à la masse (fig. 56). Ce système est même préférable à une prise médiane pour la réception des O.C.

Il arrive en effet que, lorsque l'on utilise une prise médiane dans un poste muni d'une gamme O.C., l'inductance des deux demi-enroulements de chauffage crée une impédance suffisante pour causer des phénomènes désagréables. Il peut notamment y avoir du ronflement de modulation.

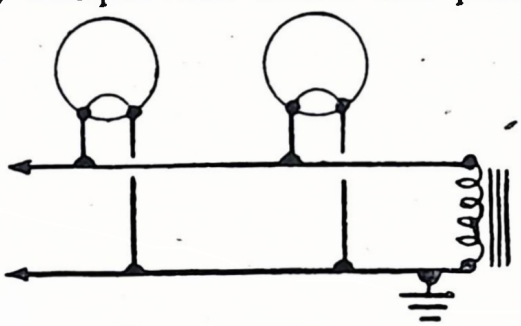


Fig. 56

Le remède consiste à placer, le plus près possible de la lampe changeuse de fréquence, des capacités C_1-C_2 de 1.000 à 5.000 µµF au *mica*, c'est-à-dire rigoureusement *non inductifs* entre chaque pôle du chauffage et la masse (fig. 57).

Une mauvaise masse dans le blindage d'une connexion peut avoir comme résultat de l'instabilité et, par conséquent, des sifflements et des accrochages en HF et en MF.

Un défaut assez courant est un mauvais contact entre le boîtier d'un électrolytique et le châssis, surtout lorsque ce dernier est peint. Suivant la position du condensateur, il peut se produire toutes sortes d'effets bizarres. Le plus probable est un ronflement par défaut de filtrage, mais il peut aussi se produire des sifflements, de l'instabilité en MF et du « motor boating » en BF. Le manque de contact à la masse d'un blindage de bobinage peut donner lieu à

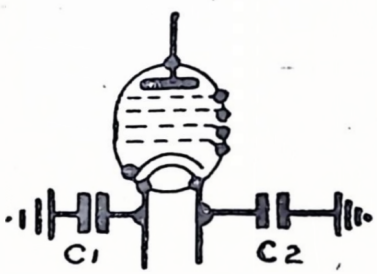


Fig. 57

des accrochages dont l'origine est très difficile à découvrir.

Un défaut de contact peut parfois se produire entre le bâti du condensateur variable et la masse du châssis. Actuellement, les bons constructeurs établissent d'ailleurs cette liaison à l'aide d'une connexion spéciale.

7°) *Phénomènes causés par les condensateurs.* Les condensateurs fixes, particulièrement ceux au papier, peuvent présenter plusieurs défauts en dehors du claquage net. Dans ce cas il y a d'ordinaire panne totale et le défaut est assez simple à trouver.

Mais il peut se présenter :

A) *Un courant de fuite :* Les effets produits par ce défaut sont variables suivant la position du condensateur. On peut même ne pas s'en apercevoir. Supposons que C, dans la figure n° 58, présente un défaut d'isolement. Tout se passe comme si une résistance R (en pointillé), se trouvait en parallèle sur ce condensateur. La polarisation de la lampe se trouve diminuée plus ou moins fort suivant l'importance du défaut. La lampe travaille donc dans des conditions anormales, mais rien n'apparaît tans que l'on ne donne pas la puissance maximum. On trouvera alors que celle-ci est réduite en ce sens que la distorsion apparaîtra plus tôt que si la polarisation était exacte.

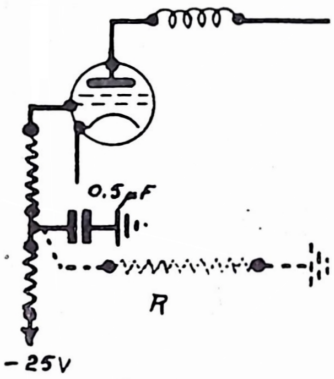


Fig. 58

D'autre part, la lampe s'échauffera davantage, et il est également possible que la température du transformateur d'alimentation soit exagérée. De toutes manières, la vie de la lampe sera abrégée. La façon la plus sim-

ple de vérifier l'état du condensateur C est de le déconnecter de la masse et d'observer s'il se produit en même temps une diminution du courant anodique de la lampe.

Comme une variation, même relativement faible, dans le débit de la lampe provoque, au moins dans les postes courants, une variation de la tension générale d'alimentation (étant donné la faible « réserve » des transformateurs), il suffit de mesurer celle-ci.

Si le condensateur défectueux est précédé d'un circuit de résistance très élevée (C.A.V. par exemple), le bon fonctionnement peut être sérieusement compromis, car le circuit est virtuellement court-circuité. Les conséquences les plus graves d'un défaut d'isolement dans un condensateur se présentent lorsqu'il s'agit de l'élément de liaison d'un amplificateur à résistance (fig. 59).

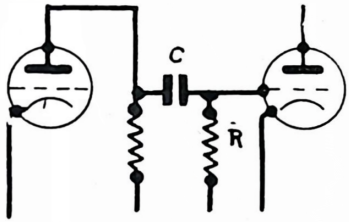


Fig. 59

Comme R a d'ordinaire une valeur très élevée, la tension négative de grille peut non seulement être annulée, mais devenir positive. Il en résulte une distorsion marquée. S'il s'agit d'une lampe finale, sa mise hors service peut arriver à bref délai.

Un condensateur de fuite C est souvent utilisé dans le circuit de plaque de la lampe détectrice pour éliminer les courants HF (fig. 60). Lorsque ce condensateur est défectueux, il en résulte ordinairement des craquements fort gênants et dont il est très malaisé de déceler l'origine. Ces cra-

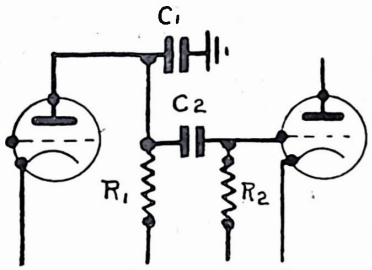


Fig. 60

quements ressemblent à des parasites industriels, mais s'en distinguent parce qu'ils persistent avec la *même intensité* quand l'antenne est détachée du poste.

B) *Perte de capacité :* Ce défaut est courant dans les petits tubulaires au papier. Il provient de ce qu'une des connexions est détachée, en dedans du condensateur, de l'armature correspondante. Dans les condensateurs tubulaires à bon marché, cette connexion n'est souvent pas soudée. La rupture peut aussi avoir lieu par oxydation.

Lorsque le condensateur est utilisé dans un réseau de découplage les symptomes sont les mêmes que ceux d'une mauvaise masse. Dans le cas du condensateur de liaison d'un étage BF à résistances, le résultat est un très grand affaiblissement dans la reproduction ; le son est très pur, mais fort aigu et les notes graves ont pratiquement disparu. Dans certains cas, le poste est réduit au silence.

En HF d'autres phénomènes ont lieu, par exemple (fig. 61) le condensateur de grille d'une lampe oscillatrice peut n'avoir plus qu'une minime capacité résiduelle qui suffit néanmoins à entretenir les oscillations sur certaines fréquences. On constatera que le poste marchera par exemple sur PO. mais pas sur GO. ou bien il cessera de fonctionner au-dessous de 400 m., etc...

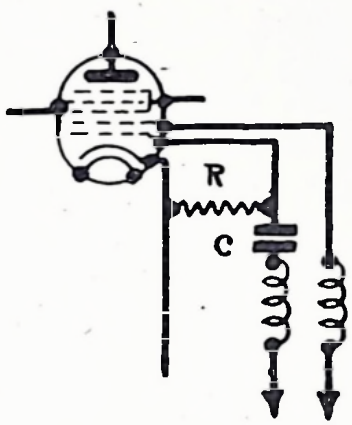


Fig. 61

8°) *Pannes causées par des condensateurs électrolytiques.* — Ces derniers peuvent être atteints de plusieurs sortes de maladies : Ils peuvent claquer tout à fait comme les condensateurs au papier. Cela se passe surtout dans les modèles dits « secs » ou « électrochimi-

ques » (en réalité, ils contiennent toujours un électrolyte humide sous forme de gelée). Ces mêmes modèles perdent facilement leur capacité par desséchement du produit actif. Cette perte de capacité donne lieu au même phénomène qu'une rupture de connexion (ronflement, « motor boating », etc...).

Tout condensateur électrolytique possède une certaine résistance interne et celle-ci augmente avec le vieillissement.

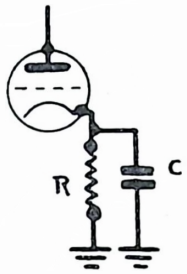


Fig. 62

Le remplacement d'office des électrolytiques est donc toujours à conseiller lorsque le poste a plusieurs années d'usage. Quand un condensateur électrolytique est utilisé comme découplage de cathode dans un étage BF (fig. 62), la perte de capacité se traduit toujours :

a) par une perte de puissance par « dégénération »,

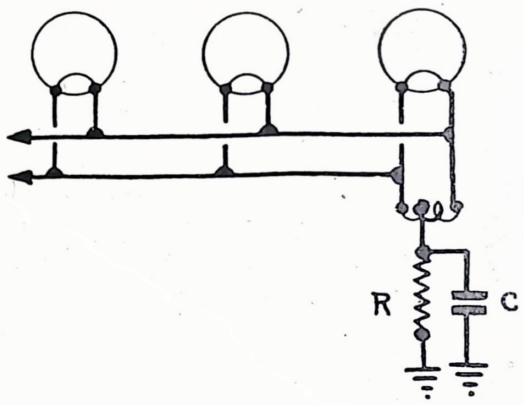
b) par une absence de notes graves.

Le claquage de C se traduit au contraire par de la distorsion et, s'il s'agit d'une lampe finale, par échauffement considérable de celle-ci et, peut-être, du transformateur d'alimentation.

On trouve dans certains postes anciens utilisant une lampe finale à chauffage *direct* un dispositif comme celui de la fig. 63.

Ce système est *très mauvais,* car il crée une différence de potentiel entre cathode et filament de toutes les lampes du poste. Si C perd sa capacité, non seulement les phénomènes BF du cas précédent se produiront, mais on pourra aussi constater des oscillations en HF et BF provoquées par les courants HF transmis d'une lampe à l'autre par le circuit de chauffage.

Ce dernier est en effet séparé de la masse par R qui forme impédance.



– Fig. 63

Un bon conseil : Quand on rencontrera ce dispositif, il vaut mieux le supprimer et polariser par un autre moyen.

9°) *Claquage de condensateurs :* Lorsque la lampe finale est à chauffage indirect, la tension d'essai des condensateurs au papier que renferme le poste, doit être de 50 % plus élevée que lorsque la lampe finale est à filament émetteur.

Ce détail est parfois perdu de vue lors de la modernisation de châssis d'une saison à l'autre, par exemple, en remplaçant une 47 par une 42 ou une 2A5. Ces lampes ne consommant du courant qu'au bout de quelques secondes, la tension générale s'élève très considérablement dans le poste, pendant cet intervalle, et, si certaines capacités ont été calculées avec une marge de sécurité trop faible, elles peuvent claquer.

Il faudrait toujours, lors d'un dépannage, remplacer une capacité claquée par une autre, dont la tension d'essai est plus élevée.

Il ne faut pas oublier que, pour les condensateurs au papier, la *tension de service* (working voltage) est beaucoup plus basse que la tension d'essai, le tiers seulement en général.

Cette règle ne s'applique pas aux condensateurs électrolytiques. Il faut, toutefois pour ces derniers aussi, tenir compte des surtensions, surtout s'ils sont du type sec, car dans ce cas ils peuvent aussi claquer.

Lorsque les condensateurs au papier doivent être utilisés sur du courant *alternatif* (par exemple dans les filtres anti-parasites de secteur), il faut les choisir avec une tension d'essai encore plus élevée (10 fois la tension de secteur est une bonne marge).

Cette question prend une importance capitale pour des capacités destinées à shunter les plaques d'une redresseuse (voir page 127) où le claquage entraîne toujours une véritable catastrophe.

Une autre question très importante lorsqu'il s'agit de remplacer une capacité claquée, est de savoir s'il faut qu'elle soit non inductive.

Cette dernière qualité est *essentielle* lorsqu'elle doit servir de découplage dans les circuits HF. Dans les autres parties du poste, elle est d'importance minime.

On peut dire que les condensateurs au papier de forme tubulaire sont suffisamment non inductifs pour les usages courants. Les gros condensateurs au papier de 1 ou 2 µF le sont aussi suffisamment, mais de grands ennuis peuvent résulter dans un circuit de découplage HF (par exemple l'alimentation des grilles-écran) du remplacement d'un condensateur au papier par un condensateur *électrolytique* (il existe des condensateurs électrolytiques tubulaires de 2 µF).

Ces condensateurs ne sont pas à proprement parler inductifs, mais ils présentent une *résistance* interne élevée qui réduit considérablement leur capacité *effective* aux fréquences élevées.

Tout se passe comme si l'on intercalait une résistance de 200 ou 300 ohms *en série* avec la capacité de découplage. Le fonctionnement normal du poste peut être tout à fait compromis de ce fait.

10° *Microphonie ou régénération mécanique :* C'est une maladie d'autant plus difficile à guérir que ses causes sont multiples. Elle était ignorée à l'époque bénie où le haut-parleur était à plusieurs mètres du poste.

a) *Microphonie par des lampes :*

Ce phénomène est dû au déplacement des électrodes de la lampe les unes par rapport aux autres dû aux vibrations mécaniques du haut-parleur. Ce déplacement peut être microscopique, mais cependant suffisant pour modifier le flot électronique qui subit, de ce fait, une véritable modulation supplémentaire. Le son engendré de la sorte est reproduit par le haut-parleur, dont les ondes sonores viennent accentuer la vibration des éléments de la lampe. Il se crée ainsi un cycle dont les effets vont s'accentuer jusqu'à la production d'un hurlement continu.

La lampe détectrice ou la première BF sont d'ordinaire coupables. La microphonie est d'autant plus accentuée que l'amplification subséquente est plus forte. Un amplificateur BF à plusieurs étages y sera donc plus sujet que s'il n'y a qu'un étage avant la lampe de sortie.

Certains types de lampes y sont plus sujets que d'autres. En règle générale une lampe à forte pente a plus de chances d'être microphonique qu'une lampe peu poussée.

La sensibilité d'une lampe aux effets microphoniques

dépend essentiellement de sa construction interne. Le défaut est d'autant moindre que les électrodes sont plus petites et rigides, il tend d'ailleurs à devenir plus rare depuis que l'on fabrique des lampes avec un étranglement dans le haut, dans lequel les électrodes sont maintenus par des entretoises en mica solidement appuyées contre la paroi.

Les lampes HF peuvent aussi causer des effets microphoniques qui se distinguent alors par le fait qu'une onde porteuse, même non modulée, suffit à le déclencher et qu'il est d'autant plus intense qu'il s'agit d'une station plus puissante.

La vibration peut être transmise par voie solide (ébénisterie et châssis) ou directement par l'air. Il est évident que, si la lampe se trouve dans le voisinage du haut-parleur, les ondes acoustiques engendrées par ce dernier peuvent la frapper avec assez de force pour amorcer le phénomène.

Quels remèdes pouvons-nous opposer à ce désagréable défaut ?

Hormis le remplacement des lampes coupables par des types récents, il n'y a malheureusement pas grand' chose qui soit efficace.

Les supports anti-vibratoires sont d'un effet nul sur les vibrations transmises par voie aérienne.

Au contraire, le blindage de la lampe a parfois d'heureux effets.

Les capuchons de caoutchouc à mettre sur la lampe, qui ont connu une certaine vogue, il y a quelques années, sont d'un effet très minime.

Contre la transmission par voie solide, le mieux est de placer le châssis sur un morceau de tapis de caoutchouc mousse assez épais.

b) *Microphonie par modulation HF* : La cause la

plus courante est la vibration des lames du condensateur d'accord. C'est un phénomène qui peut être extrêmement gênant. Il se traduit par un son plus sourd que la microphonie par les lampes, mais il peut être considérablement plus intense. Il ne se manifeste d'ordinaire qu'en dessous de 300 mètres et disparaît en GO.

Dans certains postes modernes on l'a évité en montant le condensateur d'accord sur blocs en caoutchouc. Il nous semble, toutefois, que c'est là un aveu que le condensateur n'a pas été bien étudié sous ce rapport et qu'il y a des lames trop minces et flexibles.

Disons en passant qu'il est regrettable que la tendance à vouloir faire toujours plus petit et plus compact ait amené les fabricants de condensateurs variables à rapprocher de plus en plus les lames. Il est certain que lorsque les lames sont relativement éloignées, leur vibration cause moins de variation de capacité.

Notons d'autre part que de nouveaux modèles de condensateurs récemment mis sur le marché, semblent avoir été étudiés sous ce rapport, un métal spécial, peu élastique ayant été utilisé pour les lames.

L'emploi d'un tapis de caoutchouc sous le châssis est encore indiqué ici.

11°) *Phénomènes dus à des oscillations HF parasitaires* (Phénomène de Barkhausen).

Dans certaines conditions mal définies, les lampes peuvent être le siège de courants HF très intenses, de longueur d'onde extrêmement courte et qui prennent naissance à l'intérieur même de la lampe, d'ordinaire dans l'espace cathode-grille.

En réalité, le circuit oscillant est composé des organes mêmes de la lampe et des capacités entre les connexions s'y rapportant.

La manière dont ces oscillations se manifestent est très diverse et des plus troublantes.

Nous avons vu que les tubes redresseurs n'en étaient pas exempts.

D'une façon générale, elles prennent naissance dans une lampe où le circuit grille et de cathode renferment des résistances élevées et, d'autant plus facilement que la pente de la lampe est plus forte. Elles sont favorisées aussi par une altération du vide de la lampe.

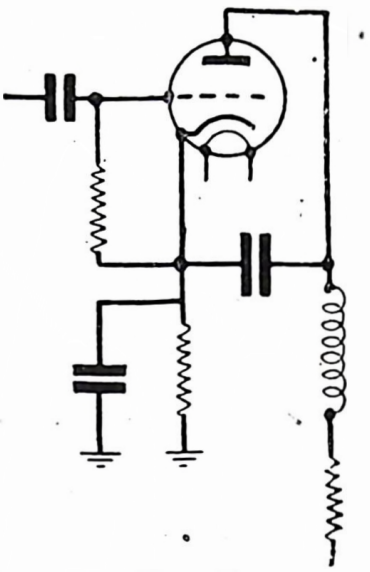


Fig. 64

La fig. 64 donne un exemple de montage donnant fréquemment lieu à cet inconvénient.

Il s'agit d'une détectrice par caractéristique de grille du type dit « de puissance ».

On entend un souffle violent qui peut même couvrir l'audition et déclencher une oscillation BF se traduisant par un hurlement dans le haut-parleur. Il semble parfois que l'on ait à faire à un effet microphonique, mais les remèdes usuels sont totalement sans effet dans ce cas.

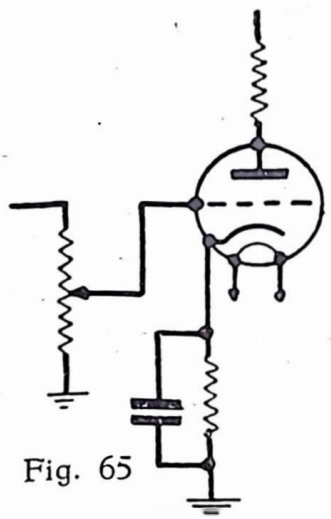


Fig. 65

Un autre montage, dans lequel on rencontre le phénomène, est donné par la fig. 65.

Il s'agit du premier étage BF avec potentiomètre dans la grille, dispositif se trouvant dans la presque totalité des postes à l'heure actuelle (la lampe renfermant en outre des diodes).

On remarque d'ordinaire de forts crachements lorsqu'on tourne le potentiomètre.

Ce dernier est alors accusé, à tort.

En touchant la grille du doigt, on provoque un intense bruit de friture au lieu du « toc » net que donne une lampe fonctionnant normalement.

La plupart du temps il n'y a rien d'autre à faire que de changer la lampe. Toutefois, il faut aussi vérifier si la tension de chauffage n'est pas exagérée et, d'autre part, ne pas perdre de vue que le phénomène est favorisé par des résistances de grille trop élevées. Il n'est jamais bon de dépasser 500.000 ohms pour le potentiomètre ou la résistance de fuite.

12°) *Particularités de la contre-réaction.* — Dans certains récepteurs, la bobine du H.-P. est couplée à un

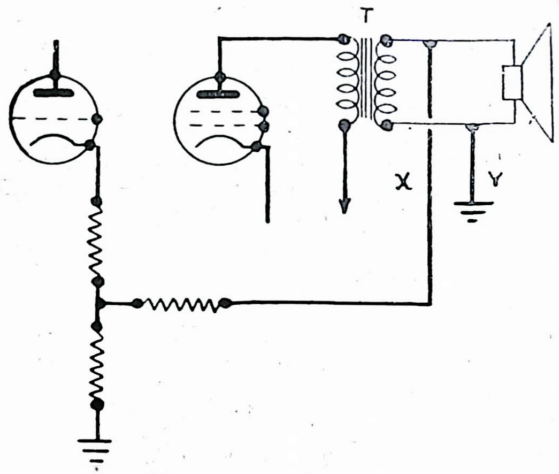


Fig. 66

des éléments de la BF de manière à produire un effet « dégénératif » qui corrige partiellement les défauts de la lampe de sortie penthode (ou « Beam-Power »). La

figure 66 donne le schéma simplifié d'un montage de ce genre.

Le transformateur de sortie T peut se trouver aussi bien sur le haut-parleur que sur le châssis même du poste (cette dernière solution est préférable). Il peut arriver que, par suite d'un démontage, l'on ait accidentellement inversé les connexions X et Y. Dans ce cas, l'on entend le plus souvent une violente oscillation BF, mais il peut aussi n'y avoir qu'une distorsion dont la cause n'est pas immédiatement apparente. Le remède s'indique de lui-même. S'il y a doute au sujet du sens dans lequel il faut connecter les fils de contre-réaction, il suffit de faire un essai pendant que le poste fonctionne à une puissance moyenne. Le sens correct est celui correspondant à une sensible *diminution* de puissance.

Si vous étudiez le dépannage avec un ami, voici un excellent exercice que vous pouvez pratiquer :
A tour de rôle, l'un de vous deux met un récepteur en panne (court-circuits, coupures, déréglage, etc...), et l'autre s'exerce à déceler le défaut.
Essayez ce petit jeu et vous ne serez jamais embarrassé lorsque vous vous trouverez en présence d'un récepteur en panne.

LE DEPANNAGE SANS INSTRUMENTS

On peut se trouver un jour bien embarrassé pour faire un dépannage faute d'avoir avec soi les instruments nécessaires.

Comment se tirer d'embarras, dans un pareil cas, en utilisant des objets courants pouvant se trouver dans tout ménage ?

Pour remplacer le voltmètre absent, une lampe d'éclairage peut faire l'affaire. On en prendra une d'une puissance aussi faible que possible. Il serait préférable qu'elle soit pour 220 volts.

Une lampe de 25 watts 220 volts rougit déjà visiblement sous un débit de 20 mA ; elle permet donc de se rendre compte s'il y a de la tension en divers endroits du poste : A la sortie de l'excitation, à la plaque de la dernière lampe, etc...

D'autre part, en mettant la lampe en série avec le secteur, on peut détecter des court-circuits ou des coupures d'enroulements.

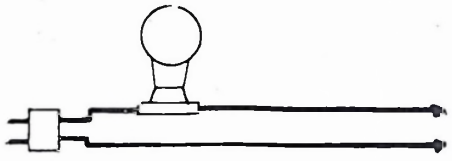


Fig. 67

Pour cela, on réalisera un branchement suivant la fig. 67.

Avant de faire ces essais, il est indispensable d'enlever la terre du poste ; faute de quoi on pourrait causer un court-circuit.

Sur courant continu on pourra, à l'aide de la lampe, vérifier l'isolement des condensateurs ; sur courant

alternatif, toutefois, la lampe s'allumera lorsqu'elle est en série avec un condensateur de forte capacité (1 µF et plus), qu'il soit claqué ou pas. Les indications seront donc moins certaines.

Par le même procédé, on pourra vérifier les lampes en ce qui concerne l'intégrité du filament et les court-circuits éventuels entre électrodes.

On peut encore se servir de la lampe comme milliampèremètre en l'intercalant dans le circuit anodique de la lampe finale. Les lampes modernes ont un courant de plaque de l'ordre de 30 mA ce qui suffit à faire rougir le filament d'une lampe de 10 et même de 25 watts (220 volts).

Enfin, en l'intercalant dans le cordon d'alimentation du secteur, on pourra déceler une coupure dans le primaire du transformateur d'alimentation, un fusible brûlé, etc.

Si elle éclaire brillamment, on pourra conclure à un court-circuit dans le poste. (Dans ce cas, les fusibles de la prise de courant auront probablement sauté.)

La table analytique, page 117, donne toute une série d'essais à faire sans instruments, dont on peut tirer des renseignements sur les causes de la panne.

Ayant déterminé ce qui empêchait le poste de fonctionner, voyons si, à l'aide de procédés à la Robinson Crusoé, nous pouvons le remettre en marche.

S'il s'agit d'une lampe, il n'y a logiquement rien d'autre à faire que de la remplacer par un type correspondant.

Mais, dans certains cas, il est possible, au moyen de connexions temporaires, de se passer d'une lampe et de permettre au poste de fonctionner, quand bien même le rendement serait fortement réduit.

Pour la bonne compréhension des exemples qui vont suivre, il faut se reporter au schéma du récepteur type page 112.

Supposons qu'une lampe 6D6 soit défectueuse : On peut, à la rigueur, fonctionner sans lampe HF. On réservera donc la 6D6 qui est encore bonne pour la MF et on fera arriver l'antenne à la douille correspondante à la plaque de la lampe HF.

La sélectivité sera médiocre, mais suffisante encore pour recevoir les stations puissantes.

Il y a, dans ce poste, une capacité et une résistance que l'on peut enlever sans dommage autre qu'une certaine modification du ton (tendance à être un peu trop aigu), ce sont R_4 et C_{20}.

Ces pièces peuvent servir temporairement à remplacer une résistance ou un condensateur défectueux dans une autre partie du poste, même si les valeurs en sont tout à fait inexactes.

Exemples :

1°) La lampe finale devient très chaude, et la musique est tout à fait déformée. Cause probable : C_{25} claqué. On le remplace par C_{20} et tout rentre dans la normale, à part une légère diminution des notes graves.

2°) Les tensions paraissent normales, pour autant que l'on puisse s'en rendre compte sans instruments. L'antenne placée sur la grille de la 6A8 donne des parasites et de la télégraphie (pas de musique). Si l'on met l'antenne à sa place normale, le poste est muet. On constate, en touchant la grille N° 1 de la lampe 6A8, qu'il n'y a pas d'oscillations.

Motif : R_1 est coupé. On la remplace par R_4, et le poste marche tout à fait normalement.

3°) Reprenons le premier cas envisagé : La lampe 6D6 HF peut être remplacée temporairement par un condensateur. On connecte C_{20} entre la grille et la douille correspondante à la plaque. Le poste marchera avec une puissance un peu réduite, mais la sélectivité restera acceptable.

PROCÉDÉS ET TOURS DE MAIN POUR DÉPANNEURS

SOUDURE

Il y a une règle absolue en radio-électricité (et même dans la technique électrique en général), qui est de n'employer comme décapant, pour la soudure, que des produits à base de *résine*.

Tout autre produit, acide, pâte, etc., doit être *formellement proscrit de l'atelier*.

En effet, tandis que la résine constitue un excellent *isolant*, tous les autres produits sont plus ou moins *conducteurs*. Une simple trace peut constituer une fuite *importante*, voire presqu'un court-circuit. Bien des pannes graves n'ont eu d'autre origine. Nous ne saurions assez attirer l'attention sur ce fait.

Nous conseillons d'utiliser *exclusivement* de la soudure à haute teneur en étain vendue sous forme de fil creux contenant de la résine. Il en existe de plusieurs grosseurs. Pour les travaux courants de radio-électricité le diamètre de 2 mm est le plus commode.

Un avertissement est nécessaire ici : Nous avons eu en mains de la soudure en fil creux que rien ne distinguait de celle à la résine et qui contenait *un liquide acide* (probablement de l'acide chlorhydrique).

L'emploi de ce produit est de nature à causer un préiudice énorme au dépanneur qui aurait le malheur de l'utiliser.

Il est donc bon de faire un essai avant d'adopter une soudure. Si le produit *fume, grésille* et *projette des gouttelettes de liquide,* il faut le rejetter absolument. La soudure à la résine fume peu, ne crépite pas et laisse autour de la soudure un enduit solide, brun et transparent.

La soudure à la résine a comme avantage supplémentaire qu'il ne faut que très rarement décaper le fer. Quand cela devient indispensable, il faut le faire uniquement à la lime et ne pas employer de sel ammoniaque.

Pour faire une soudure parfaite, il faut chauffer suffisamment la pièce en y appliquant le fer et, simultanément, le bâtonnet de soudure. Le fer doit être maintenu en place assez longtemps pour que la soudure soit entièrement liquide. On rate souvent des soudures parce qu'on ne les chauffe pas assez longtemps.

On a intérêt à étamer d'avance les pièces à réunir : Il suffira alors de les chauffer.

Remarquons en passant que l'on trouvera un véritable « cours de soudure » plein de conseils judicieux dans le « Manuel de construction Radio », de J. Lafaye.

CABLAGE

Il faut proscrire le fil carré, cassant et dur. Le meilleur travail est fait avec du fil rond étamé de 0,4 à 0,8 mm. Aux endroits où les connexions sont courtes et espacées, on peut le laisser tel quel. Là où il y a danger de contact, on enfile dessus une gaine huilée de bonne qualité.

On peut aussi utiliser le fil guipé au coton paraffiné dit « push-back » : Le résultat est moins plaisant à l'œil, mais le travail est très facile.

Le fil isolé au caoutchouc est à rejeter absolument. Ce

produit est un détestable isolant pour la HF et, de plus, comme il adhère fortement au fil, le décapage des extrémités est une opération pénible.

La *faradisation* ou *blindage* des conducteurs est à employer avec la plus grande circonspection, à cause des capacités parasites qu'il crée.

Ici encore nous devons donner un avertissement très sérieux : Il existe dans le commerce du fil sous caoutchouc entouré d'un ruban d'aluminium en spirale ou d'une tresse métallique, qui est destiné aux canalisations électriques dans les autos et les motos. Ce fil a été introduit, par ignorance, dans le commerce de la radio et vendu comme conducteur faradisé, emploi pour lequel il ne convient absolument pas.

La seule façon convenable de faradiser une connexion est d'utiliser de la gaine huilée assez large (2 ou 3 mm intérieur), recouverte d'une tresse *étamée* dans laquelle on enfile un fil *nu* mince (0,4 mm) de manière à laisser un large espace d'air tout autour.

La tresse extérieure sera réunie à la masse en y fixant, par deux ou trois *légers* points de soudure, un fil nu relié au châssis.

Nous préconisons de prendre la masse *sous un écrou* plutôt que de souder un fil directement au châssis (chose d'ailleurs impossible avec de l'aluminium). Sur l'acier les soudures tiennent rarement.

QUELQUES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CABLAGE

Faire des connexions courtes et *directes*. Ne pas se préoccuper d'esthétique ni de symétrie.

Les connexions de grille et de plaque sont sacrées et à traiter avec le plus grand respect. En HF et MF elles ne peuvent, sous aucun prétexte, voisiner entre elles.

En BF elles doivent être abritées de toute connexion véhiculant de l'alternatif.

Le grand principe est de tenir écartés les fils appartenant à des étages différents.

La frontière d'un étage passe *à l'intérieur d'une lampe*. Elle est concrétisée par la grille-écran. Une lampe est donc toujours, en quelque sorte, à cheval sur deux étages et non comprise dans un étage, comme on le croit communément (fig. 68).

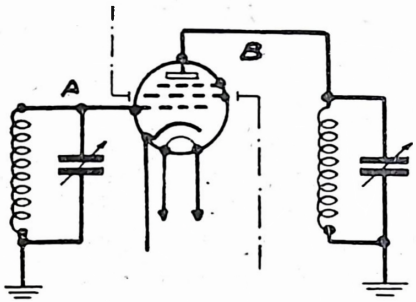


Fig. 68

A = étage précédent.
B = étage suivant.
A et B doivent être bien séparés ou blindés.

Les connexions grille et plaque *d'un même étage* peuvent, bien entendu, voisiner puisqu'elles sont couplées par une capacité ou un transformateur.

La disposition rationnelle des pièces simplifie le câblage et conduit au meilleur rendement.

Beaucoup de constructeurs perdent complètement de vue que leurs postes devront être un jour dépannés. De nombreuses pièces sont rendues complètement inaccessibles, de sorte qu'il faut démonter la moitié du poste pour y accéder et qu'il est presque impossible d'y faire une mesure.

Il faut se méfier des postes trop petits et se souvenir des « boîtes à cigares » de sinistre mémoire.

Un bon serrage vaut mieux qu'une mauvaise soudure.

Pour faire une bonne prise de masse, on fixe une pail-

lette sous un écrou et on soude à celle-ci la connexion.

Prendre le plus grand nombre de « masses » possible sur le châssis et ne pas réunir un tas de connexions à la même masse.

Pour éviter le desserrage des écrous par vibration, on y met une goutte de vernis à la gomme-laque.

Une capacité peut rarement être remplacée par une plus petite sans amener quelque trouble dans le fonctionnement de l'appareil. On peut, au contraire, en général, impunément la remplacer par une plus grande.

Une résistance peut souvent être remplacée par une plus forte ; une plus faible peut causer quelque part une surtension affectant la stabilité de la partie HF ou MF. Tout cela pour le cas où l'on n'aurait pas sous la main la valeur exacte requise.

REPARATION DES HAUT-PARLEURS

Les dynamiques ont leurs maladies propres et malheureusement assez fréquentes.

1° *Décentrage de la bobine mobile* : C'est la panne la plus courante. Dans la grande majorité des haut-parleurs le centrage est fait par l'un des deux systèmes suivants :

a) Une étoile en carton fixée à une vis au centre du noyau (fig. 69) ;

b) Un dispositif extérieur situé derrière le cône, et comprenant, d'ordinaire, des pattes en carton bakélisé fixées en deux points de part et d'autre du centre (fig. 70).

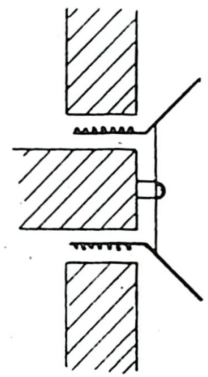


Fig. 69

Le premier des deux systèmes est le plus pratique pour le recentrage. Il suffit de desserrer la vis et de

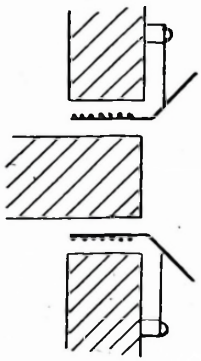


Fig. 70

déplacer légèrement la membrane jusqu'au moment où la bobine mobile joue librement.

Il y a ici, évidemment, une question de doigté. Certaines personnes réussissent difficilement à faire de bons centrages. Elles peuvent utiliser une méthode dont nous ne pouvons toutefois garantir les résultats. Cela consiste, après avoir desserré la vis de centrage, à faire fonctionner, à pleine puissance, le poste. La bobine arrive ainsi, tant bien que mal, à se centrer d'elle-même et on resserre la vis pendant le fonctionnement. Ce procédé barbare réussit parfois très bien.

Il y aurait intérêt à pouvoir alimenter le haut-parleur, pour cette opération, par une note continue produite au moyen d'un oscillateur BF au lieu d'une musique quelconque. On choisira alors une note très grave.

L'autre système de suspension du cône nécessite un traitement différent : Il faut, en général, desserrer les vis qui tiennent la culasse et déplacer légèrement celle-ci. On déplace ainsi le noyau central qui fait corps avec la culasse.

Quant aux vis qui fixent les languettes d'attache de la bobine mobile, elles sont souvent très difficiles à atteindre sans une clef spéciale.

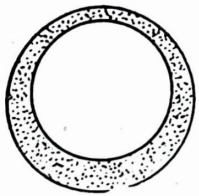


Fig. 71

Le centrage peut être rendu difficile, parce que l'entrefer n'est pas régulier (fig. 71), ce qui arrive lorsque la culasse n'est pas bien montée et que, par conséquent, le noyau n'est pas au centre de la pièce polaire.

Comme, lorsque le cône est monté, on ne peut voir simultanément les deux lèvres de l'entrefer, réglage ne peut être fait que par tâtonnements. Dans les usines, on utilise pour ce type de haut-parleur, un calibre de centrage spécial.

Le centrage peut encore être rendu très difficile, sinon impossible, si le châssis du dynamique (saladier) a été faussé à la suite d'une chute ou d'un choc. La bobine prend alors la position indiquée par la fig. 72. Dans ce cas, il est nécessaire de démonter le châssis et de le redresser soigneusement.

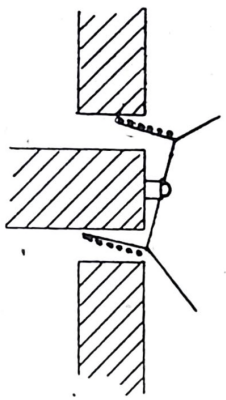


Fig. 72

Lorsqu'une bobine mobile a frotté pendant longtemps contre la paroi de l'entrefer, le fil de l'enroulement est souvent dénudé, et il peut y avoir des spires décollées.

On doit promptement remédier à cette situation, car un court-circuit entre spires occasionnerait une énorme perte de rendement, tandis qu'une spire devenue mobile cause d'insupportables bruits de mirliton.

Il faudra donc démonter le cône et donner à la bobine mobile une ou deux couches de gomme-laque à l'alcool.

Bien laisser sécher avant de remonter.

2° *Pièces de centrage cassées :* Il arrive que, par suite des vibrations auxquelles elles sont soumises, une des branches du dispositif de centrage se casse ou se déchire.

En principe cette pièce devra être remplacée par une autre à fournir par le fabricant. On la recollera avec de la seccotine.

Il se peut, toutefois, que l'on ne puisse en obtenir

une du modèle voulu. Dans ce cas, on peut tenter une réparation : On enduit les deux côtés de la branche cassée de dissolution de caoutchouc. On laisse sécher. On prépare une bandelette de papier fort de même forme que la partie cassée. On l'enduit également de dissolution et, après séchage, on l'applique sur la cassure en appuyant bien. Il faut attendre quelques heures pour faire fonctionner le dynamique.

La dissolution de caoutchouc est utilisée ici de préférence à une colle comme la seccotine, parce que les flexions répétées de la pièce nécessitent un produit restant souple et ne cassant pas. Nous devons dire, toutefois, que sur certains papiers la dissolution adhère difficilement et tend à se décoller une fois sèche. On essayera alors la seccotine comme dernière ressource.

3° *Pièces décollées :* Les pièces de centrage se décollent parfois du pourtour du cône. Ici on se servira exclusivement de seccotine pour la réparation. On est averti de ce qu'une pièce est décollée par des vibrations très désagréables sur certaines notes.

4° *Coupure du circuit d'excitation :* C'est une panne très fréquente et dont la cause est souvent une oxydation du fil. Le section diminue de plus en plus à l'endroit oxydé, et il se crée de la sorte une résistance élevée qui s'échauffe sous le passage du courant. Il finit par se former un point incandescent qui peut brûler l'enroulement sur une certaine épaisseur.

Lorsque la coupure est au début de l'enroulement, on peut encore sauver celui-ci en sacrifiant un certain nombre de tours. Comme il y en a plusieurs milliers, l'enlèvement de cent tours et même plus ne diminue pas le rendement de manière appréciable. Après réparation, il est bon d'imprégner tout le bobinage de gomme-laque.

Si la coupure est dans la profondeur du bobinage, il n'y a d'autre ressource que de le remplacer.

5° *Les transformateurs de sortie* étant habituellement montés sur le dynamique, nous les mentionnerons dans ce chapitre. En règle générale, les deux pannes à envisager sont la coupure du primaire ou sa destruction par échauffement (consécutivement à un court-circuit entre la plaque de la lampe finale et la masse par ex.). Dans les deux cas le remplacement paraît inévitable. L'auteur est, toutefois, parvenu à remettre en fonctionnement un transformateur qui paraissait presque carbonisé en le laissant tremper 24 heures dans une solution de gomme-laque, puis en le faisant sécher pendant 48 heures sur un radiateur.

REPARATION DES PICK-UP

Les pick-up les plus utilisés en combinaison avec des appareils récepteurs sont, soit du type magnétique, soit du type à cristal.

La figure 73 donne schématiquement la construction de la majorité des pick-up du type magnétique.

Une palette B est maintenue en équilibre entre les deux pièces polaires P_1, P_2 de l'aimant A, au moyen de deux blocs en caoutchouc C_1, C_2. Cette palette comporte un pivot D et se prolonge par une pièce E, dans laquelle se fixe l'aiguille. Encastré dans les pièces polaires se trouve un enroulement F, dans lequel prennent naissance les courants B. F. Les déplacements de la palette modifient, en effet, la répartition des lignes de force magnétiques passant à travers l'enroulement. L'équilibre de la palette dépend exclusivement de l'élasticité des blocs de caoutchouc. Aussi, la panne la plus courante est-elle due à leur détérioration.

Dans certains cas, le caoutchouc est durci, et les mouvements de la palette se trouvent de ce fait limités. Comme la reproduction des notes graves exige une plus grande amplitude de mouvement que celle des fréquences élevées, la musique reproduite devient aigre et la puissance diminue.

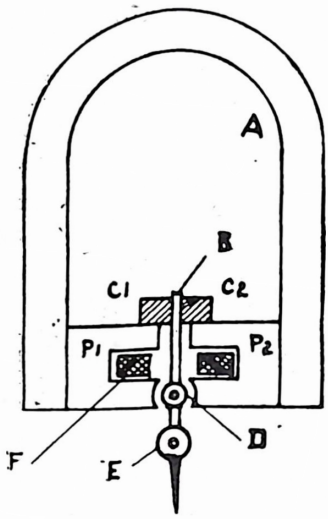


Fig. 73

En outre, la détérioration des disques devient rapide par suite du manque de souplesse de l'équipage mobile.

Le cas le plus fréquent est l'avachissement d'un des deux coussins de caoutchouc, de sorte que la palette vient se coller à l'un des pôles. Il y alors une absence presque totale de son, ou en tous cas une grande distorsion.

Certains pick-up possèdent un dispositif de réglage permettant de recentrer la palette.

Dans l'exemple de la figure 74, il suffit de desserrer les deux vis V_1, V_2 et de déplacer les équerres qui maintiennent les blocs de caoutchouc.

Malheureusement, il existe beaucoup de modèles où il n'y a d'autre moyen de réglage que le remplacement de la garniture de caoutchouc : Cela nécessite un démontage complet.

Le degré d'élasticité de cette garniture joue un très grand rôle dans la fidélité de reproduction ; il faut donc utiliser un produit approprié. Dans les cas où le centrage est obtenu à l'aide de blocs assez gros, on utilisera avec

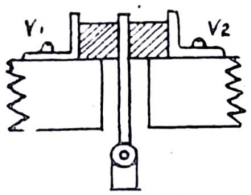


Fig. 74

avantage du caoutchouc mousse à très petites alvéoles. On le trouvera dans les magasins spécialisés dans les articles en caoutchouc.

Il existe des modèles de pick-up où l'axe de rotation de la palette est enveloppé de caoutchouc. On pourra d'ordinaire utiliser ici un morceau du tube en caoutchouc utilisé dans les valves de chambres à air de bicyclettes.

Pour vérifier le centrage de la palette, on place le pick-up sur un disque et, pendant qu'il fonctionne, on appuie légèrement d'un côté, puis de l'autre, faisant attention toutefois à ne pas faire dérailler l'aiguille. Si l'intensité sonore reste sensiblement constante, quel que soit le côté sur lequel on appuie, on peut considérer que le centrage est correct.

Une autre panne courante est l'avarie de l'enroulement. Celui-ci peut être coupé, ce qui peut facilement être décelé à l'aide d'un ohmmètre. Il n'y a dans ce cas rien d'autre à faire que de le remplacer. Il arrive parfois que quelques spires de l'enroulement sont court-circuitées entre elles : cela diminue naturellement considérablement la self-induction, et il en résulte de la distorsion et l'absence presque totale des notes graves et une très grande perte de puissance. On peut parfois obtenir une réparation en trempant la bobine dans de la paraffine fondue ou encore en l'imprégnant de gomme-laque. Enfin, nous avons rencontré des cas de court-circuit entre l'enroulement et la masse. Il s'agit d'ordinaire d'un contact entre le flanc de la bobine et une pièce polaire à un endroit où le fil a été accidentellement dénudé. Une couche de vernis remettra le tout en ordre.

Finalement, il peut arriver, quoique le cas soit fort rare, que le pick-up soit désaimanté. La réaimantation

pourra être facilement faite si on confie l'aimant à un réparateur d'appareils d'allumage pour autos qui dispose de l'installation nécessaire pour réaimanter des éléments de magnéto.

Les *pick-up à cristal* n'ont guère qu'une seule maladie qui est la détérioration du cristal, soit à la suite d'une manipulation brutale, soit à la longue par le clivage. On se rend immédiatement compte de la chose par le fait que la musique est ornementée de vibrations parasites ou de crissements bien caractéristiques. Pour replacer un nouveau cristal, il faudra la plupart du temps confier le pick-up au fabricant.

REPARATION DES LAMPES

Une lampe décollée de sa base peut souvent être raffermie par le simple tour de main suivant :

On la laisse tremper une nuit dans de l'alcool à brûler, ce qui a pour effet de ramollir le ciment de fixation.

On presse alors fortement l'ampoule en verre sur le culot et on l'y maintient en faisant une ligature avec une ficelle ou par tout autre moyen. On laisse sécher vingt-quatre heures.

L'OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE

Le tube à rayon cathodique est introduit de plus en plus dans les ateliers de dépannage et nous avons la conviction que, d'ici très peu de temps, il deviendra l'outil de travail normal et indispensable du radio-technicien.

C'est pourquoi nous donnons ici un aperçu sommaire de son principe et de ses utilisations dans ce domaine.

Dans un tube à vide (fig. 75) une cathode K (filament ou cathode à chauffage indirect) émet un faisceau

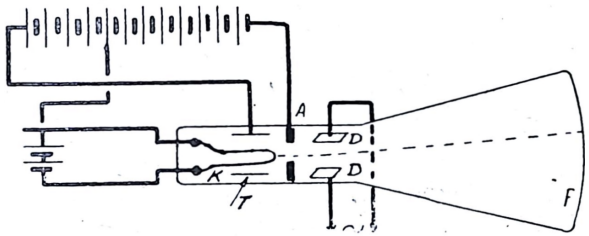


Fig. 75

d'électrons sous l'effet de l'anode A qui est portée à un potentiel de plusieurs milliers de volts. Ce faisceau est appelé *rayon cathodique.*

Il est concentré par l'influence d'une électrode T (cylindre de Wehnelt), en forme de tube, qui entoure la cathode et qui est portée à une tension négative.

Accessoirement, elle joue le même rôle qu'une grille dans une lampe de T. S. F. et agit *quantitativement* sur la densité du flot électronique.

Le faisceau d'électrons passe, par suite de la vitesse acquise, à travers un trou dans l'anode et continue en ligne droite jusqu'à la paroi du tube.

Cette paroi F est enduite d'une matière fluorescente (silicate de zinc) qui devient lumineuse au point d'impact des électrons. On voit donc un point brillant à cet endroit.

Si on applique aux électrodes D une certaine tension de même valeur, mais de signe contraire, le rayon cathodique sera dévié vers l'électrode positive. Cette déviation sera proportionnelle à la différence de tension entre les deux électrodes D.

Nous voyons donc que le faisceau cathodique se comporte comme l'aiguille d'un voltmètre et pourrait servir à mesurer la tension appliquée aux électrodes D. Il suffirait pour cela de munir l'écran d'une graduation.

Si l'on applique à ces électrodes une tension *alternative,* le rayon sera animé d'un mouvement de va et vient, et le point lumineux se promènera d'un côté à l'autre de l'écran. Sauf pour des fréquences extrêmement faibles, l'œil verra un *trait lumineux continu* au lieu d'un point.

En disposant une deuxième paire d'électrodes D' perpendiculairement aux deux premières (fig. 76), on peut obtenir une déviation du rayon cathodique dans un autre sens, c'est-à-dire non seulement de long en large, mais aussi de haut en bas, de sorte que toute la surface de l'écran peut être balayée par le point lumineux. C'est cette propriété qui est utilisée dans la télévision.

En combinant les tensions appliquées aux quatre électrodes, on peut faire parcourir au point lumineux n'importe quel chemin à n'importe quelle vitesse.

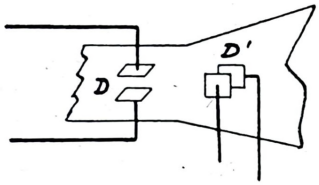


Fig. 76

Les applications du tube à rayons cathodiques sont innombrables et s'étendent dans tous les domaines. Chaque jour on en

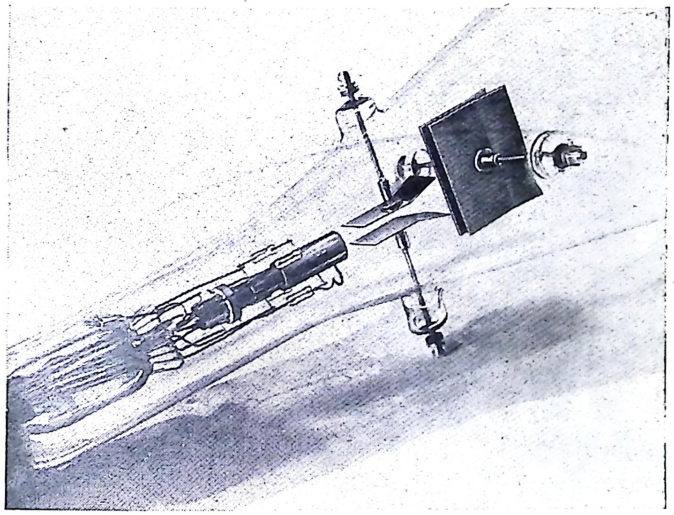


Fig. 77

imagine de nouvelles. Nous nous bornerons ici strictement à celles pouvant intéresser le radiotechnicien.

La fig. 77 montre l'aspect d'un tube à rayons cathodiques utilisé pour les mesures en radio-électricité.

1° *Etude d'un courant alternatif* : On applique aux électrodes D un potentiel alternatif d'une amplitude constante déterminée ce qui provoque l'apparition sur l'écran d'une ligne droite lumineuse. Si, maintenant, nous couplons les électrodes D, par l'intermédiaire d'un dispositif approprié, à une source de courant alternatif, le point lumineux ne suivra plus une ligne droite mais subira une déviation vers le haut ou vers le bas.

Nous verrons se dessiner une courbe qui sera la représentation des variations, dans le temps, du courant étudié.

S'il s'agit d'un courant alternatif simple tel que celui fourni par le secteur, la courbe sera régulière (fig. 78a), sinusoïdale ; si, par contre, le courant présente des irrégularités, si sa variation ne suit pas la règle normale, la courbe sera déformée (fig. 78b).

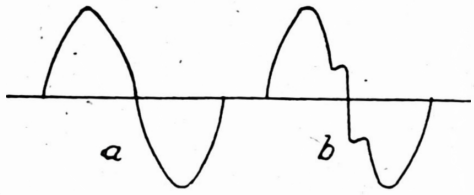


Fig. 78

On remarquera que, pour obtenir des courbes nettes, il faut que les deux fréquences appliquées au tube soient de même ordre de grandeur et, sinon égales, du moins multiples l'une de l'autre.

Si l'on applique aux électrodes de déviation horizontale une fréquence de 50 p/s empruntée au secteur, cela permettra d'étudier des fréquences acoustiques de quelques centaines de périodes. Au-delà il faudra accé-

lérer la déviation, sans quoi l'on aura sur l'écran un grand nombre de courbes très rapprochées et difficilement lisibles. A plus forte raison, si l'on veut étudier des courants HF, le balayage devra être également fait à haute fréquence.

Nous avons supposé jusqu'ici que le balayage horizontal était simplement fait à l'aide d'un courant alternatif, ce qui a pour effet d'animer le point lumineux d'un mouvement de va et vient. Le trajet aller se superpose donc au trajet de retour. Dans chaque sens, il se dessinera une courbe. Si les courbes sont régulières et symétriques, on peut les amener à se superposer, mais dans le cas contraire l'image s'embrouille.

Un premier perfectionnement consiste donc à ne garder que le trajet aller et à supprimer l'autre. Cela peut se faire très simplement en superposant au potentiel appliqué aux plaques de déviation verticale, une tension périodique supplémentaire qui dévie le rayon cathodique pendant son trajet de retour et l'envoie tout à fait en dehors de l'écran. La seconde image est donc supprimée.

Le déplacement vertical du rayon montre comment se comporte le courant que l'on étudie pendant un temps déterminé qui est représenté par la ligne horizontale. C'est pourquoi l'on appelle souvent celle-ci la *base de temps*. Comme le temps s'écoule d'une manière uniforme, il est évident que, si nous voulons avoir une image tout à fait exacte de ce courant, le balayage devra se faire à une vitesse tout à fait constante.

Cela n'est pas le cas quand il est produit à l'aide d'un courant alternatif ordinaire, car alors la vitesse du point lumineux est plus grande au milieu de l'écran qu'aux extrémités. L'inconvénient est sans importance pour certains travaux, mais il en est d'autres où plus de précision est désirable.

On fait usage alors d'un courant alternatif particulier

en dents de scie, dont l'allure est représentée par la fig. 79.

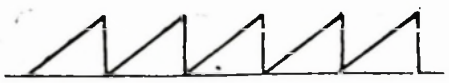


Fig. 79

On produit ce courant au moyen d'un appareil spécial, appelé oscillateur à relaxation, dont le fonctionnement repose sur la charge lente à travers une résistance, d'un condensateur que l'on décharge ensuite brusquement au moyen d'une lampe à atmosphère gazeuse (lampe au néon ou thyratron).

Sous l'effet de ces oscillations, le point lumineux parcourt l'écran dans un sens à une vitesse constante, puis, arrivé à bout de course, revient instantanément à son point de départ.

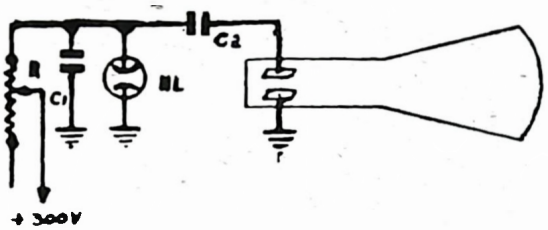


Fig. 80

La figure 80 donne le schéma d'un dispositif de « base de temps ». Le condensateur C_1 est chargé lentement à travers la résistance R (plusieurs mégohms).

Lorsque la tension aux bornes de cette capacité atteint le niveau nécessaire à l'allumage de la lampe au néon NL, l'ionisation interne de celle-ci offre un chemin de passage qui permet au condensateur de se décharger beaucoup plus rapidement qu'il n'a été chargé. Par rapport à la résistance R, la lampe au néon constitue presque un court-circuit.

Quand la tension a suffisamment baissé, la lampe au néon s'éteint, la charge recommence, et ainsi de suite.

La fréquence du phénomène dépend de la capacité de C_1 et de la valeur de R. L'un ou l'autre de ces éléments (ou les deux) peut être rendu réglable et l'on obtient ainsi

la fréquence que l'on désire. Les variations de potentiel sont transmises par la capacité C_2 à l'une des électrodes de balayage du tube, l'autre étant reliée à la masse. Il se fait toutefois qu'il est nécessaire, dans la plupart des cas, que la fréquence du balayage horizontal soit rigoureusement synchronisée avec celle du phénomène à étudier.

Pour y arriver, on utilise, au lieu d'un tube au néon simple, une lampe à atmosphère gazeuse comportant une grille de commande et que l'on appelle *thyratron*.

Une telle lampe a l'aspect d'une triode de radio ordinaire, mais au lieu qu'un vide aussi parfait que possible règne dans l'ampoule, celle-ci renferme une trace de gaz. Une pareille lampe ne se comporte pas comme une triode ordinaire : Si l'on diminue progressivement la polarisation négative de la grille, il vient un moment où, brusquement, une ionisation se produit dans la lampe, et la résistance interne tombe à une valeur très faible. Or, une fois le phénomène déclenché, l'application d'une tension négative plus forte sur la grille ne peut plus l'arrêter : Celle-ci a perdu tout contrôle.

Ce qui serait une grave maladie dans une lampe destinée à la réception est ici un avantage qui permet d'utiliser la lampe comme relais. On peut, au moyen de la grille, imposer *le moment* où le phénomène d'ionisation se produira.

La grille n'a aucun effet sur *l'intensité* du courant de plaque : Elle ne peut que commander son déclenchement.

Dès lors, on peut appliquer à cette grille une tension alternative d'une fréquence déterminée qui commande, par suite, la fréquence du balayage ; cela, toutefois, dans certaines limites, lesquelles sont fixées par les valeurs respectives de la résistance de charge et de la capacité. Il est aisé de rendre ces éléments réglables.

La figure 81 donne le schéma d'un oscillateur de base de temps complet.

La fréquence de synchronisation est appliquée à la grille du thyratron au moyen du transformateur T. La

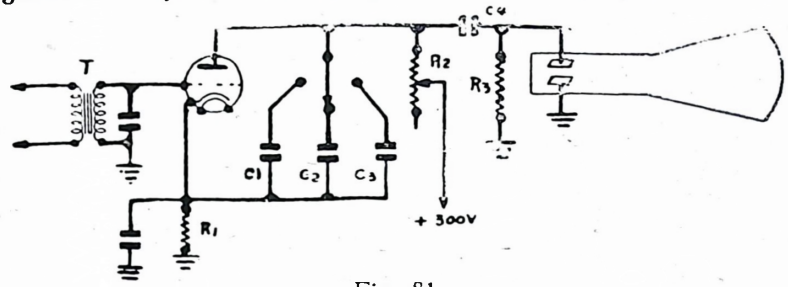


Fig. 81

polarisation négative de grille est fournie par la résistance de cathode R_1 (qui fait partie d'un ensemble potentiométrique non indiqué sur la figure). C_1, C_2, C_3 sont des condensateurs de valeurs différentes que l'on peut mettre en circuit suivant la fréquence que l'on désire obtenir. R_2 est la résistance de charge réglable. C_4 est la capacité de liaison au tube. R_3 est la résistance de fuite de l'électrode de balayage.

Les signaux que l'on veut analyser n'ont pas toujours une valeur suffisante pour être appliqués directement aux plaques de déflection du tube. Le déplacement du rayon cathodique qui en résulterait serait trop faible. On interpose alors une lampe amplificatrice qui est d'ordinaire couplée au tube à rayon cathodique par résistance. La figure 82 en donne le montage.

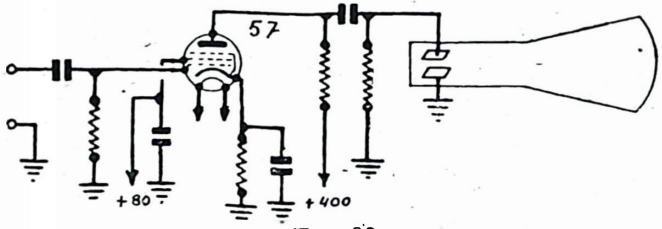


Fig. 82

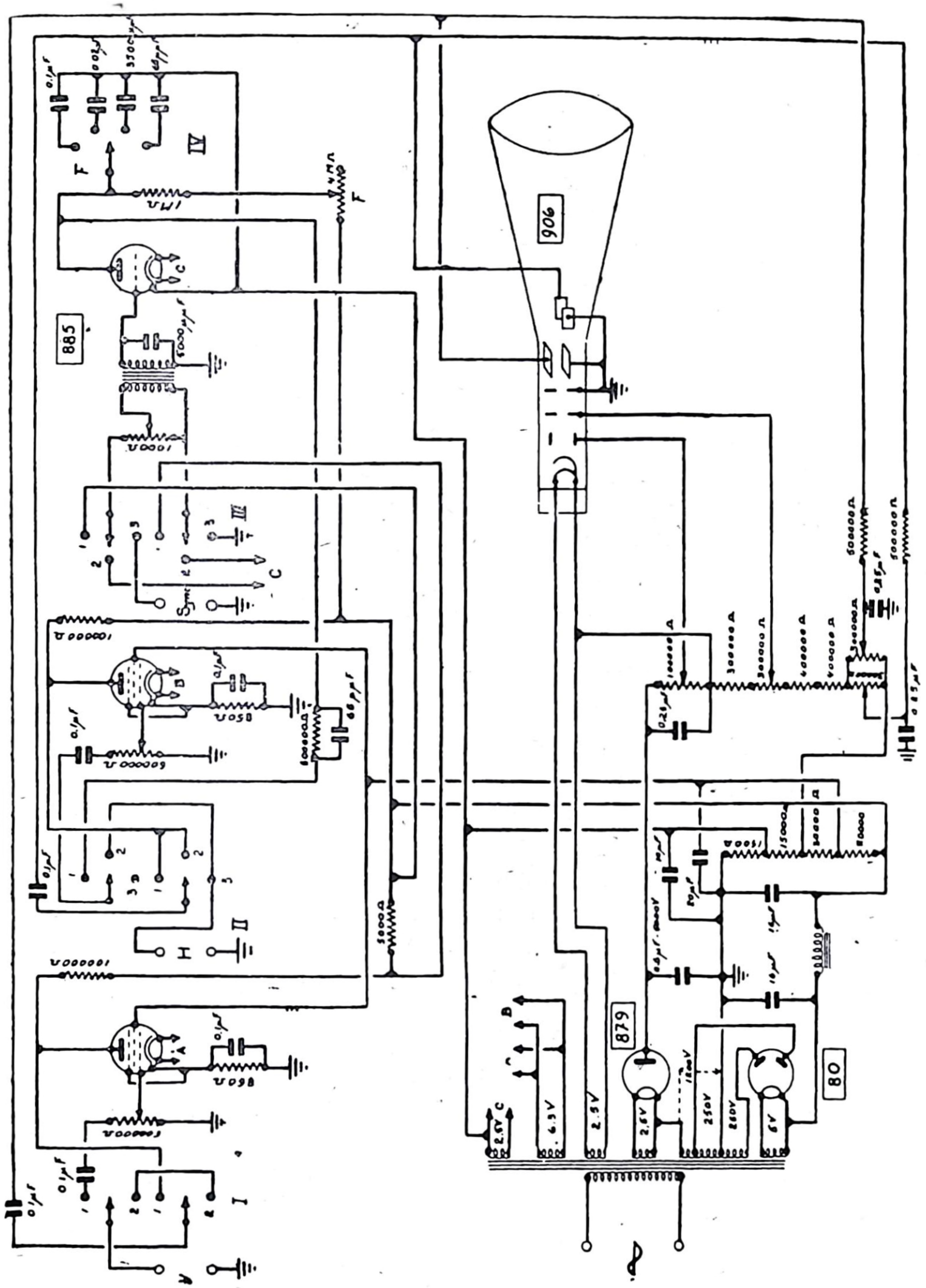


Fig. 83

Nous donnons, figure 83, le schéma d'un oscillographe complet comportant une base de temps, une lampe amplificatrice pour chacune des paires des plaques déflectrices, ainsi que l'alimentation du tout.

On remarquera que, contrairement à la pratique usuelle en radio, c'est le pôle *positif* de la HT appliquée au tube cathodique qui est mis à la masse, de sorte que le *chauffage* et la *cathode* de celui-ci sont à un potentiel *négatif* de l'ordre de 1.000 volts par rapport à la masse.

On applique aux bornes V le signal à analyser qui commande la déflection verticale. Ces bornes sont suivies d'un commutateur permettant d'intercaler ou non une lampe amplificatrice. Les bornes H servent à l'emploi d'un dispositif de balayage extérieur (« Wobbler ») dont le signal peut être amplifié ou non suivant la position d'un combinateur. Enfin, une troisième paire de bornes marquée « Sync » servent à l'application d'une tension de synchronisation extérieure fournie par le courant à analyser par exemple.

Le combinateur III permet soit la synchronisation de l'oscillateur de base de temps par le signal à étudier, soit la synchronisation de la base de temps par le courant de secteur de 50 p/s, soit la synchronisation par un dispositif extérieur indépendant.

Le combinateur IV permet de régler la fréquence de la base de temps. Ce réglage se fait en quatre bonds, les fréquences intermédiaires étant ajustées par la résistance variable F.

2° *Etude des courants BF* : Pour étudier les déformations que subissent au cours de leur passage à travers un amplificateur BF, les fréquences musicales, on réalise le montage indiqué sommairement par la fig. 84.

L'amplificateur BF (B) est alimenté par un générateur d'oscillations BF (A) du genre de celui décrit à la page 77.

A la sortie, on branche un « output-meter » (V), de manière à contrôler la puissance de sortie et un dispositif

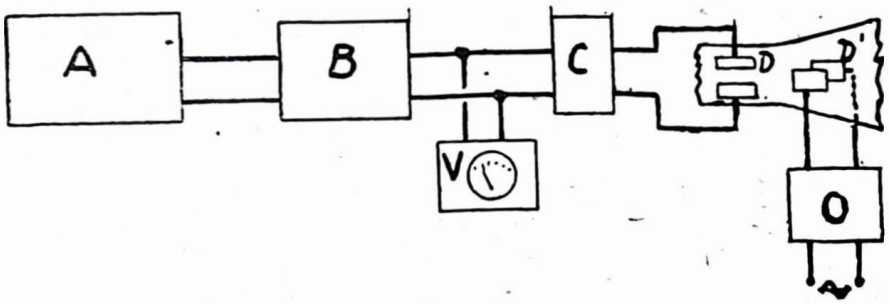


Fig. 84

de couplage (C) aux électrodes de commande D. Ce dernier peut être un transformateur d'un rapport convenable ou bien un amplificateur spécial.

L'autre paire d'électrodes est connectée à l'oscillateur à relaxation O.

Pour avoir l'image d'une seule oscillation BF, il faut que l'oscillateur à relaxation soit réglé à la même fréquence que l'oscillateur BF.

Dans ces conditions, et s'il n'y a aucune déformation due à l'amplificateur BF, nous aurons une courbe régulière de forme sinusoïdale.

S'il y a de la distorsion à un étage quelconque de l'amplificateur, la forme de la courbe sera modifiée et on constatera d'ordinaire l'apparition d'excroissances, correspondant à des harmoniques.

L' « ouput-meter » permettra de contrôler à partir de quelle puissance la déformation a lieu.

On peut aussi appliquer ce procédé de contrôle à un récepteur entier. Pour cela, on utilise une hétérodyne HF modulée, branchée de la même manière que pour les essais de fidélité (voir fig. 31). L'oscillographe cathodique se branche comme ci-dessus.

3° *Etude de la sélectivité des postes et alignement des circuits HF et MF.* — C'est probablement l'application la plus utile de toutes dans le domaine de la radio et

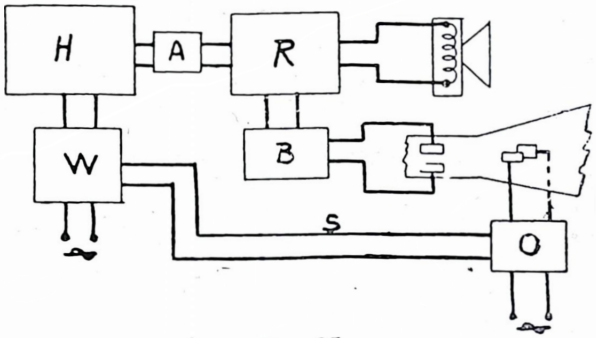


Fig. 85

c'est certainement le procédé qui deviendra universel pour l'alignement des circuits dans les postes récepteurs.

Le montage est le suivant (fig. 85) :

Le récepteur R est branché à l'hétérodyne, qui n'a pas besoin d'être modulée en BF.

A la sortie du courant détecté, c'est-à-dire sur la connexion joignant C_{16} à C_{17} sur le schéma fig. 45, on branche un amplificateur spécial à très basse fréquence B (l'amplificateur BF du poste ne convient en général pas). Cet amplificateur est d'ordinaire monté dans l'oscillographe.

La sortie de cet amplificateur commande une paire d'électrodes du tube cathodique. L'autre paire est connectée à l'oscillateur à relaxation comme dans le montage précédent.

D'autre part, l'hétérodyne H est connectée à un

appareil W *modulateur de fréquence,* dont nous verrons plus loin le principe et le rôle.

Il s'agit de déterminer la courbe de résonance du récepteur, en d'autres termes, la façon dont il amplifie les fréquences supérieures et inférieures à la fréquence fondamentale sur laquelle il est accordé.

Si, partant d'une fréquence inférieure de 20 kilohertz à celle sur laquelle est accordé le poste, nous réglons graduellement l'hétérodyne sur des fréquences de plus en plus élevées, nous constaterons que l'amplification fournie par le poste ou sa *réponse* va augmenter jusqu'au moment où l'accord est atteint, puis diminuer de nouveau jusqu'à 0.

Si, au moyen du courant détecté, amplifié par un appareil intermédiaire, nous commandons les électrodes déflectrices du tube, nous provoquerons une déviation du rayon cathodique proportionnelle à la réponse du poste pour chaque fréquence appliquée à l'entrée.

En répétant cette opération continuellement à une cadence rapide et en réglant à cette même cadence les oscillations de relaxation commandant le balayage latéral, nous verrons se dessiner sur l'écran la *courbe de réponse* du poste.

Pour obtenir cet effet, il faut appliquer à l'hétérodyne une *modulation de fréquence* au moyen d'un dispositif mécanique.

Cela se fait très simplement au moyen d'un appareil appelé par les Américains « wobbler » (W sur la fig. 85).

Il se compose d'un miniscule moteur électrique sur l'axe duquel est monté un tout petit condensateur variable à air, pouvant être branché en parallèle sur la capacité d'accord de l'hétérodyne.

Sur le même axe est placé un dispositif de synchroni-

sation qui est relié à l'oscillateur à relaxation O par la connexion S.

Si le moteur électrique tourne à 3.000 tours à la minute, la capacité du condensateur placé sur son axe passera 3.000 fois par un maximum et un minimum. Si l'on a pris soin de brancher une capacité ajustable en série avec lui, on pourra régler exactement le nombre de kilohertz dont on fera varier la fréquence de l'hétérodyne. On adopte d'ordinaire une bande de 15 à 20 kilohertz.

Quand l'installation fonctionne, on voit donc sur l'écran une courbe représentant exactement la sélectivité du récepteur, c'est-à-dire sa réponse pour une bande de fréquences correspondant à celle qu'il est nécessaire de recevoir pour assurer une reproduction fidèle de la musique.

Ce n'est pas tout : chaque retouche que l'on fait aux trimmers du poste se marque immédiatement sur l'écran. On dispose donc d'un merveilleux procédé de réglage visuel permettant d'ajuster d'une manière certaine les filtres de bande.

Le système peut s'appliquer non seulement à un récepteur entier, mais aussi, avec l'aide d'un voltmètre à lampe, à tout bobinage ou groupe de bobinages. Il permet d'établir scientifiquement et avec la plus grande précision les transformateurs MF, par exemple.

Une remarque s'impose ici : La capacité du condensateur du « Wobbler » passe deux fois par la même valeur pendant un tour complet. On peut représenter la variation de la capacité au cours de la rotation par la courbe de la figure 86.

Le point F correspond à l'accord exact sur la fréquence que l'on étudie. On constate que l'on repasse par cette fréquence à chaque demi-tour. Il s'en suit que l'on obtient sur l'écran deux courbes symétriques qui se su-

perposent au moins partiellement. Une de ces courbes est formée pendant que la capacité augmente et l'autre

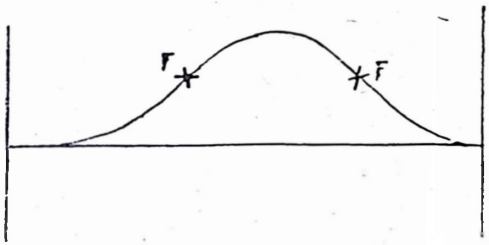


Fig. 86

pendant qu'elle diminue. Ces deux courbes sont en quelque sorte inversées l'une par rapport à l'autre (fig. 87).

Comme les courbes de résonance ne sont pas absolument symétriques, les deux courbes ne peuvent jamais coïncider, tout au plus arrive-t-on à en superposer le sommet ; c'est à ce moment que le meilleur réglage est obtenu. La présence de deux images n'offre pas d'inconvénient dans un instrument qui est exclusivement affecté à l'alignement de récepteurs en ordre de marche. L'emploi en est même simplifié dans ce cas par l'aisance avec laquelle on peut superposer les deux courbes.

Fig. 87

Cependant pour l'étude précise de la sélectivité d'un récepteur et pour obtenir un réglage très exact de transformateurs MF présentant un effet de filtre de bande accentué, il vaut mieux éliminer une des deux images. On obtient ce résultat très simplement au moyen d'un con-

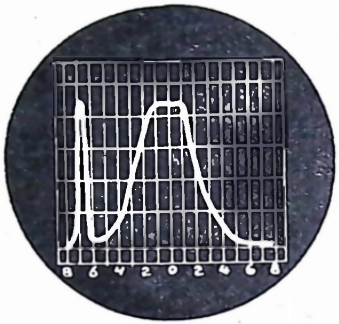


Fig. 88

tact court-circuitant le dispositif de déflection horizontale pendant un demi-tour du « Wobbler ». L'image devient alors celle de la fig. 88.

La deuxième image est complètement rejetée vers la gauche et pratiquement réduite à une ligne verticale. Pour les travaux de ce genre l'on place devant le tube à rayons cathodiques un écran en celluloïd sur lequel est tracé une grille dont les traits verticaux représentent des kHz et les traits horizontaux les tensions développées aux bornes des bobinages étudiés ; la valeur de ces dernières est purement conventionnelle.

Les oscillographes sont normalement livrés avec des instructions très complètes, et il n'est donc pas nécessaire de s'étendre davantage ici sur leur emploi. Nous croyons néanmoins utile de donner quelques exemples des images obtenues le plus souvent au cours du réglage de la partie MF d'un récepteur, ainsi que la manière de les interpréter.

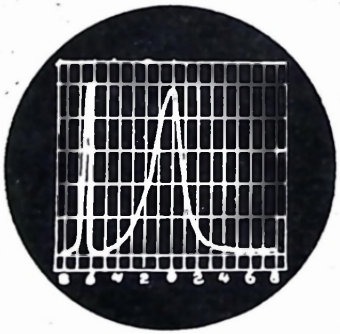


Fig. 89

Fig. 89. — Courbe donnée par un récepteur beaucoup trop sélectif : La reproduction musicale sera très mauvaise. Cette courbe est d'ordinaire l'indice de transformateurs MF mal étudiés.

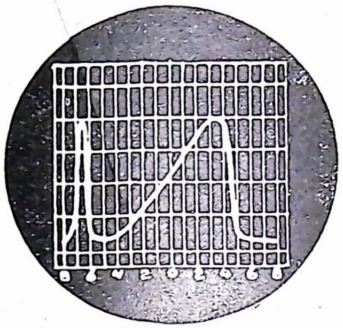


Fig. 90

Fig. 90. — Indique un récepteur mal réglé dont la sélectivité est asymétrique ; cette courbe est souvent le résultat d'un grand amortissement de l'un des circuits (vérifier la détection).

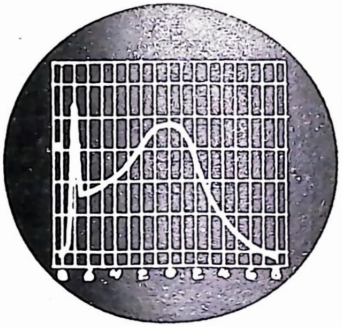


Fig. 91

Fig. 91. — Un des circuits est désaccordé (trimmers déréglés).

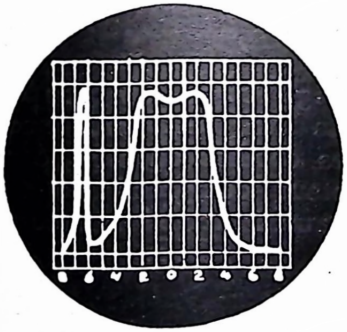


Fig. 92

Fig. 92. — Courbe fournie par un récepteur très bien réglé comportant des transformateurs MF particulièrement bien étudiés.

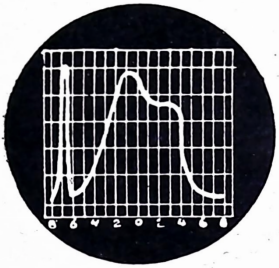


Fig. 93

Fig. 93. — Un des circuits MF est plus ou moins désaccordé.

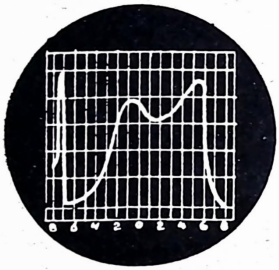


Fig. 94

Fig. 94. — Un des transformateurs MF est désaccordé par rapport à l'autre.

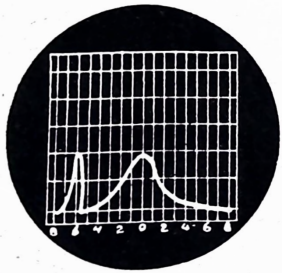


Fig. 95

Fig. 95. — Un des circuits MF est entièrement hors combat ou bien le récepteur comprend de très mauvais transformateurs MF.

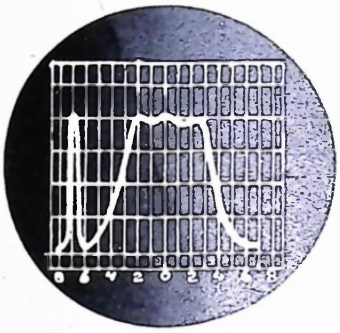


Fig. 96

Fig. 96. — Courbe fournie par un récepteur à très haute fidélité. Cette courbe ne peut être obtenue que par l'emploi de plusieurs étages MF dont les circuits sont légèrement désaccordés les uns par rapport aux autres.

On accorde, par exemple, le premier transformateur MF sur une fréquence trop élevée, le troisième sur une fréquence un peu trop basse tandis que le second est accordé sur la fréquence exacte. Un pareil réglage nécessite une certaine dose de patience, mais permet d'obtenir des résultats qu'il serait impossible d'atteindre par d'autres méthodes.

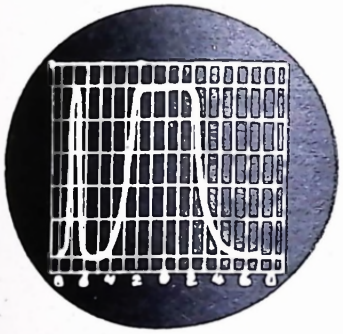


Fig. 97

Fig. 97. — Trop beau pour être vrai !!! Cette courbe serait celle d'un amplificateur MF idéal. En réalité, elle est produite par la saturation d'une ou plusieurs lampes du récepteur et indique qu'il faut diminuer fortement la tension de sortie de l'hétérodyne et il est bien probable que l'on obtiendra alors une courbe analogue à celle de la fig. 89.

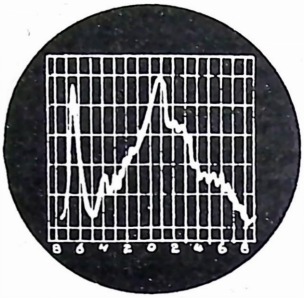


Fig. 98

Fig. 98. — Indique la présence d'oscillations HF dans le récepteur : la lampe MF ou HF oscille. Il faut changer le réglage du condensateur d'accord et, si cela ne suffit pas, faire une vérification générale du récepteur (C.A.V., etc...). On obtient également une courbe de ce genre lorsque l'antenne est restée branchée sur le récepteur et que ce dernier se trouve accordé sur une station puissante.

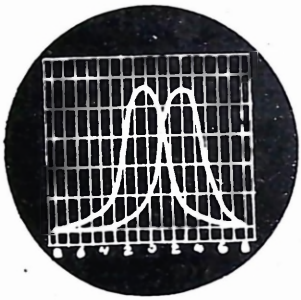


Fig. 99

Fig. 99. — Courbe donnée par le système à deux images lorsque le récepteur n'est pas bien aligné.

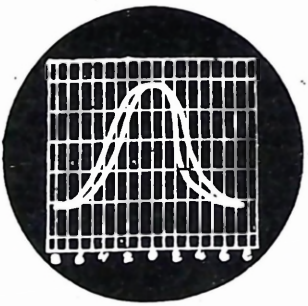


Fig. 100

Fig. 100. — Courbe donnée par un récepteur bien aligné : Remarquez que les deux courbes ne coïncident pas entièrement parce qu'elles ne sont jamais parfaitement symétriques.

ÉQUIPEMENT NORMAL D'UN ATELIER DE DÉPANNAGE

L'inventaire que nous donnons ci-dessous est l'outillage absolument *minimum* que doit posséder quiconque prétend faire commerce de postes de T. S. F. et, par conséquent, a le devoir d'assurer le « service » des postes qu'il vend.

Cet outillage permet de donner les soins de « premier secours » et de faire les réparations les plus courantes.

La remise au point complète d'un récepteur tout à fait déréglé nécessite, toutefois, un équipement plus complet qui sera donné plus loin. Dans le cas présent, le retour à l'usine s'impose pour les cas graves.

A. — *Outils :*

1 tournevis petit et très court,
1 tournevis moyen et très long,
1 tournevis étroit, type horloger (pour enlèvement de boutons, etc...).
1 très fort tournevis (démontage des dynamiques, etc.),
1 pince dite « universelle », taille moyenne,
1 pince coupante oblique,
1 pince à câbler ou pince à longs becs ronds,
1 pince d'horloger (brucelle) (indispensable pour repêcher de petits objets dans les coins du châssis),
5 clefs à tube pour les dimensions d'écrou les plus courantes. Les prendre longues et avec manche de bois,

1 petit burin,
1 pointeau,
1 petit chasse-goupilles,
1 marteau de mécanicien à panne plate de 150 à 200 grammes,
1 lime ronde « queue de rat » taille moyenne 1/2 douce,
1 rape ronde de même dimension (pour agrandir les trous dans le bois),
1 lime triangulaire moyenne 1/2 douce,
1 lime 1/2 ronde, 1/2 douce,
1 rape 1/2 ronde moyenne,
1 lime plate moyenne 1/2 douce,
1 petit étau à mâchoires parallèles,
1 scie à métaux avec monture extensible,
1 foreuse à main, petit modèle,
1 jeu de mèches américaines de 2 à 6 mm,
1 fer à souder électrique 100 watts,
1 petite lampe électrique de poche de type cylindrique (pour regarder dans les coins),
1 petite clef anglaise type « King-Dick »,
1 paire de forts ciseaux,
quelques pinceaux de tailles diverses.

B. — *Instruments de mesure :*

1 appareil universel ou à défaut,
1 voltmètre à plusieurs lectures de 500 ohms par volt au moins, donnant :

0- 10 volts,
0-250 volts,
0-500 volts

ou des valeurs approchantes,
1 milliampèremètre 0- 15 mA,
1 milliampèremètre 0-100 mA,
1 jeu d'intermédiaires permettant de prendre des mesures sur les lampes. Ces pièces sont malheureusement

difficiles à trouver et d'un prix ridiculement élevé : Le débrouillard en fabriquera lui-même avec de vieux culots de lampe,

1 dispositif pour contrôler les résistances, déterminer les coupures dans les circuits, etc., composé d'une pile de lampe de poche B de 4,5 volts fixée sur une planchette avec un bouton de sonnerie à poussoir P et une ampoule L (fig. 101).

Le circuit est complété par deux fils souples terminés par des pinces crocodile.

Ce petit accessoire rendra de grands services pour trouver rapidement un court-circuit ou une coupure. En série avec un voltmètre, il permet de déterminer avec suffisamment d'exactitude la valeur des résistances, jusqu'à 100.000 ohms environ.

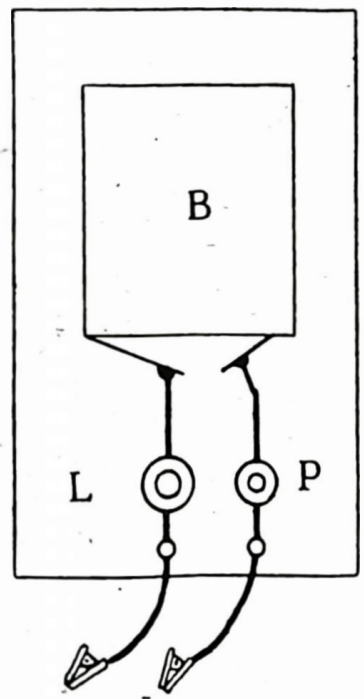


Fig. 101

C. — *Matières et rechanges:*

soudure tubulaire avec noyau de résine,
gomme-laque à l'alcool,
liquide à polir pour les ébénisteries,
chiffons doux pour polir,
boulons de 3 mm de diverses longueurs avec écrous, paillettes et cosses à souder,
fiches banane,
pinces crocodile,
gaine huilée de 1, 2 et 3 mm de diamètre intérieur,
fil de cuivre rond, nu, étamé, de 0,6 ou 0,8 mm,
fil guipé dit « push-back » (fil américain),

un ou deux potentiomètres du type utilisé par la marque que l'on représente,
un assortiment de résistances 2 watts,
Valeurs les plus nécessaires : 100, 250, 500, 750, 1000, 2.500, 5.000, 10.000, 25.000, 50.000, 100.000, 250.000, 500.000 ohms et 1 megohm.
Ces valeurs suffiront dans presque tous les cas.
Exceptionnellement, il faudra y ajouter une ou deux valeurs spéciales particulières aux appareils que l'on vend.
Un assortiment de condensateurs *au mica* (et non au papier).
Valeurs les plus nécessaires :
100, 250, 500, 1.000, 2.000 µµF,
un assortiment de condensateurs tubulaires isolés à 1.500 volts, 10.000, 30.000, 50.000 cm, 0,1, 0,5 µF,
quelques condensateurs au papier de 1 et 2 µF, tension d'essai 750 volts,
un ou deux condensateurs électrolytiques de 8 et 16 µF à liquide de préférence,
une ou deux capacités électrolytiques de 50 µF, 25 V,
un ou deux morceaux de tige filetée de 4 mm avec écrous,
des vis à bois de diverses tailles et des clous,
de la toile isolante,
un tube de seccotine,
de la paraffine,
au moins un jeu de lampes en parfait état, correspondant à celles utilisées dans la marque que l'on représente,
quelques supports de lampe de chaque type,
des fusibles pour les postes que l'on vend,
des ampoules pour l'éclairage du cadran,
enfin, quelques pièces de rechange particulières à la marque que l'on représente et que le constructeur indiquera.

EQUIPEMENT D'UN LABORATOIRE PLUS COMPLET

Pour un technicien spécialiste s'occupant d'une manière générale de dépannage de toutes marques, de transformations, modernisations, etc., un outillage plus complet est nécessaire.

A l'inventaire précédent il ajoutera donc :

A. — *Outillage :*

une foreuse électrique à main, pouvant prendre des mèches jusqu'à 6 mm,
un vilebrequin avec les accessoires suivants :
un coupe-rondelles à lame en acier rapide,
une fraise conique,
une série de mèches à bois pour trous, allant jusqu'à 25 mm,
un jeu de tarauds et de filières de 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5, et 6 mm,
un tourne-à-gauche pour ceux-ci,
un jeu de tournevis d'horloger,
diverses limes de petite dimension dont une lime couteau d'horloger,
une petite enclume de 10 kilogrammes environ.

B. — *Instruments de mesure :*

une hétérodyne modulée bien étalonnée du type décrit et comportant une antenne artificielle,
un voltmètre à redresseur à plusieurs lectures et dont la résistance sera de 1.000 ohms par volt au moins.

Cet appareil peut faire partie d'un instrument universel comme celui décrit,

un voltmètre à fer mobile 600 ou 800 volts pour la vérification des transformateurs d'alimentation,

un milliampèremètre séparé 0-100 mA,

un milliampèremètre séparé 0- 10 mA.

Ces deux derniers appareils pourront avantageusement être montés sur de petits pupitres comportant des bornes.

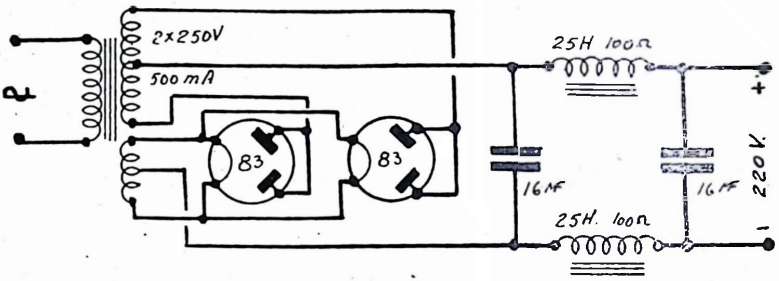


Fig. 102

Un ohmmètre de précision (pouvant également faire partie de l'appareil de mesure universel),

un moteur de phonographe,

un pick-up de bonne marque,

une collection de disques en parfait état, comprenant tous les genres, notamment de l'orchestre, du jazz, de la voix. Cela est très utile pour vérifier la partie BF des postes, ainsi que les hauts parleurs.

Si possible, un disque donnant les fréquences musicales.

Un petit wattmètre sera également utile.

Si l'on ne dispose que du courant continu, une commutatrice de 100 watts est *indispensable*.

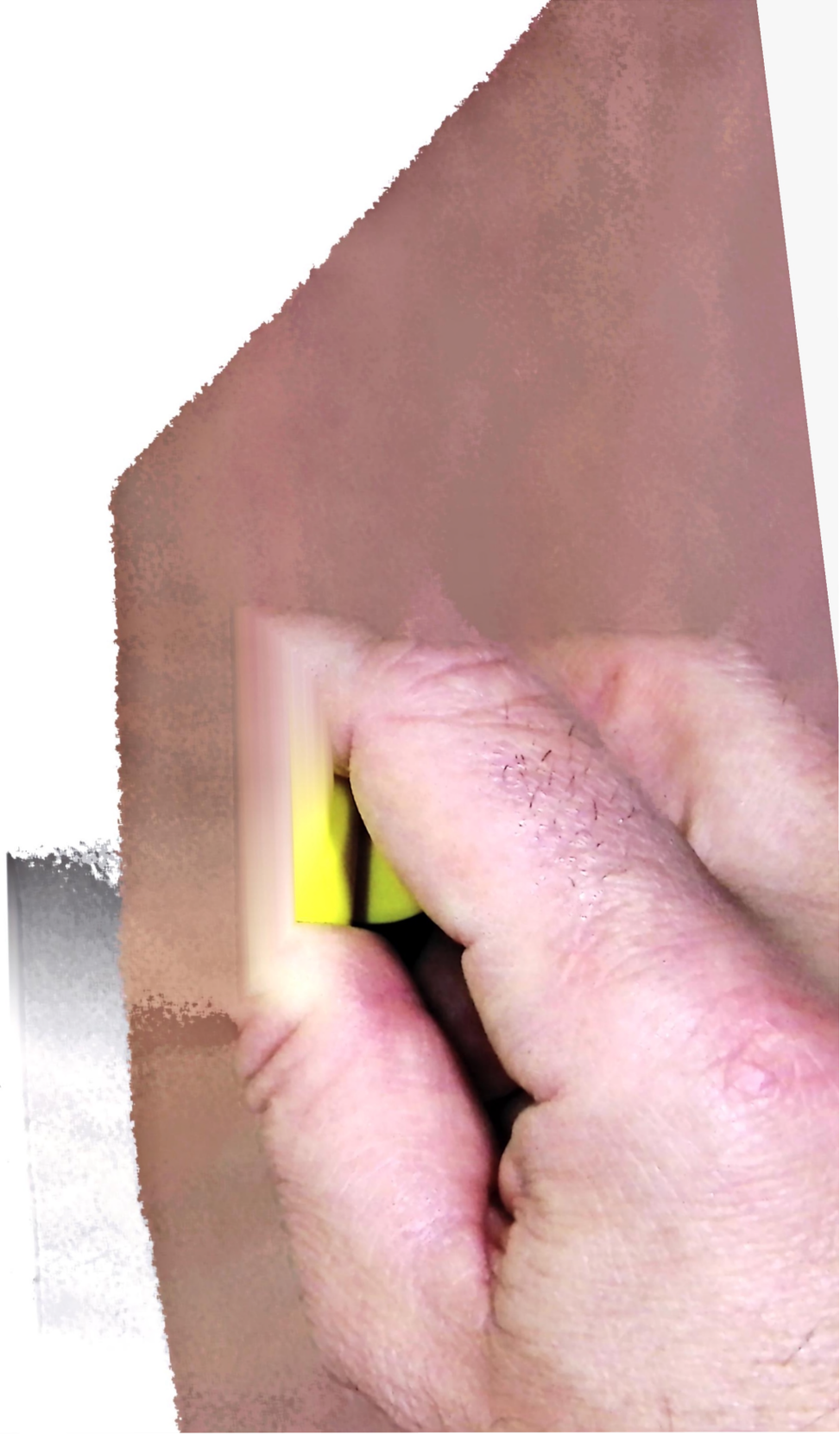
Si le secteur est alternatif, on montera un appareil redresseur pouvant donner 220 volts sous 500 mA dont nous donnons le schéma fig. 102.

Un banc d'essai pour lampes monté suivant les indications précédemment données.

C. — *Matières et rechanges :*

petits rivets de cuivre et d'aluminium de diverses tailles,
un assortiment de boulons et d'écrous de 3.5, 4 et 6 mm,
des douilles pour fiche banane,
des bornes diverses,
de la bakélite brune en feuille de 2 mm d'épaisseur (0,50 cm² environ),
des résistances de toutes valeurs de 0,5, 2 et 4 watts,
quelques potentiomètres logarithmiques de 250.000 et 500.000 ohms avec et sans interrupteur,
des résistances bobinées de 5 à 10 watts :
300, 500, 1.000, 10.000, 20.000 ohms (ces deux dernières avec des colliers mobiles),
vis à bois de diverses tailles, clous cavaliers, petits isolateurs,
une réserve de cordelière à 2 conducteurs, ainsi que du cordon à 4 et 5 conducteurs,
des fiches pour secteur,
des fiches à quatre et à cinq broches (pour prise de haut-parleur),
quelques interrupteurs et inverseurs du type à encastrer
quelques baguettes de fil de cuivre rond, étamé, étiré de 1,2 mm.

Remarque. — L'équipement ci-dessus est également suffisant pour la mise au point de récepteurs construits en petite série, mais pour des séries importantes (100 et au-delà), une organisation spéciale s'impose, dont l'étude sortirait du cadre de cet ouvrage.



EQUIPEMENT D'UN LABORATOIRE COMPLET

L'équipement ci-dessous permet tous les travaux d'étude et de recherche dont peut avoir besoin un constructeur pour l'établissement de ses maquettes et la création de nouveaux montages :

Aux listes précédentes, ajouter :

un générateur de signaux standards qui se compose des appareils suivants :

une hétérodyne modulée avec profondeur de modulation réglable de 0 à 100 % et étalonnage du taux de modulation,

un atténuateur étalonné,

un voltmètre à lampe de contrôle à la sortie,

une antenne artificielle,

un oscillateur BF comportant :

un voltmètre à lampe de contrôle à la sortie,

un outputmeter étalonné en watts ou en décibels,

un oscillographe cathodique avec les accessoires suivants :

amplificateur de courant continu,

oscillateur à relaxation,

modulateur de fréquence (Wobbler) avec dispositif de synchronisation,

un voltmètre électrostatique gradué de 500 à 2.500 volts.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

I. — ABAQUES

Calcul des résistances.

La détermination des résistances est une des opérations les plus fréquentes auxquelles doit se livrer, dans la pratique journalière, le technicien en radio.

Pour éviter les fastidieux calculs arithmétiques, les fabricants de résistances ont établi des graphiques permettant la détermination immédiate de la valeur d'une résistance pour un débit donné, ainsi que la chute de tension et le wattage dissipé ou de n'importe quelle de ces valeurs en fonction des autres.

Nous croyons utile de publier ci-contre un abaque de ce type qui nous a paru particulièrement pratique.

Il comprend quatre échelles correspondant respectivement à la tension, à la puissance dissipée, à l'intensité et à la résistance (fig. 103).

Connaissant deux de ces valeurs, il suffit de placer une règle sur les graduations correspondant à celles-ci, pour trouver les autres valeurs dans le cas envisagé.

Exemples :

1° Quelle résistance doit-on employer pour obtenir une chute de tension de 200 volts avec un débit de 2 mA ?

La tension (200 volts) et l'intensité (2 mA) sont connues. On place une règle sur le point correspondant

à 200 dans la première colonne et sur celui correspondant à 2 dans la 3e colonne. On lit alors au point où la règle coupe la 4e colonne 100.000 ohms et, en même temps, dans la 2e colonne 0,4 watts.

On connaît ainsi la valeur de la résistance à utiliser et on sait que le modèle 0,5 watts suffira.

2° La tension d'alimentation est de 250 volts, la lampe détectrice a un débit de 3 mA sous une tension anodique de 80 volts. Quelle est la valeur de la résistance de charge à intercaler dans le circuit de plaque ?

La chute de tension dans la résistance est de 250 — 80 volts = 170 volts.

On place la règle sur 170 et sur 3 mA et on trouve comme résistance 56.500 ohms. En pratique, on prendra 50.000 ou 60.000 ohms. La puissance dissipée est légèrement supérieure à 0,5 watt, la résistance sera donc, par prudence, du type 1 watt.

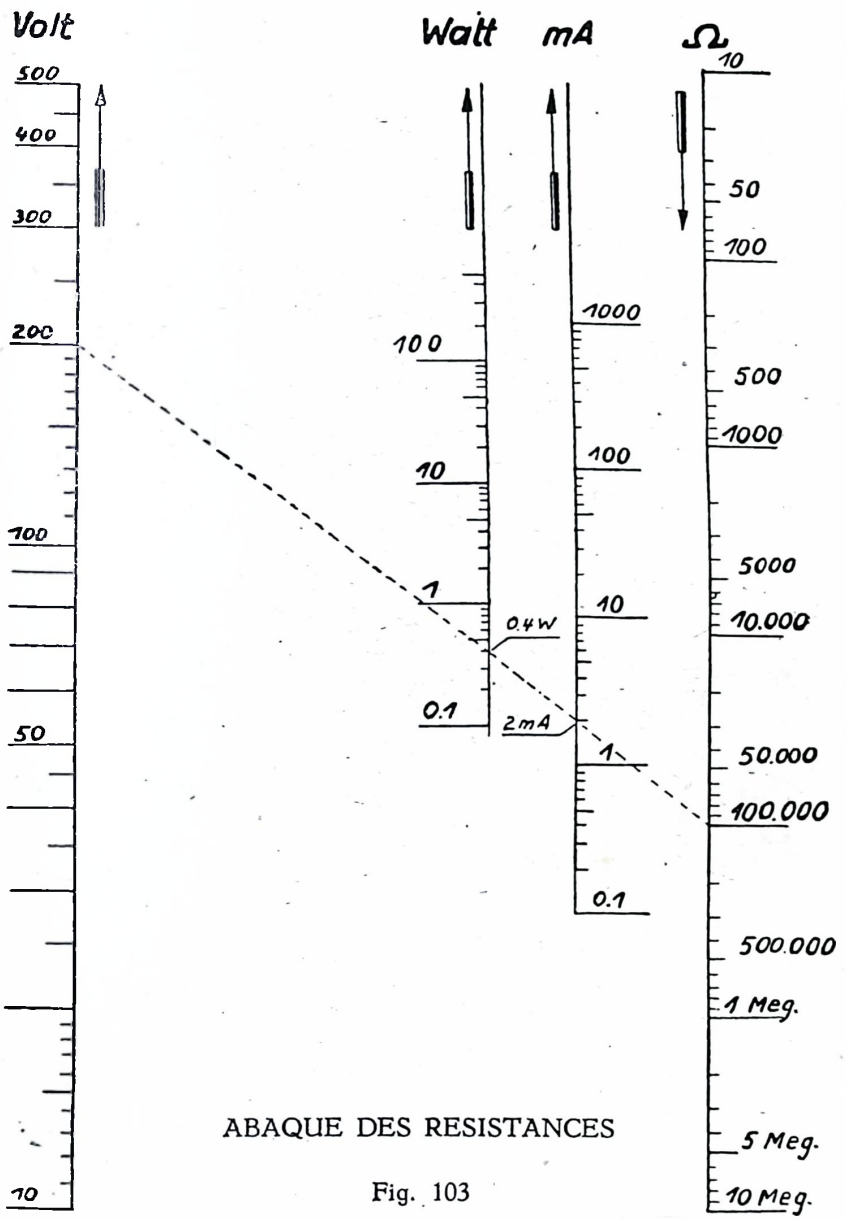
3° On possède un potentiomètre de 2.000 ohms, taré à 10 watts ; peut-on appliquer une tension de 110 volts à ses bornes ?

On prend 110 dans la première colonne et 2.000 dans la 4e et on remarque que le débit est de 55 mA et la dissipation de 6,05 watts. Le potentiomètre est donc suffisant.

4° Quelle est la tension maximum que l'on puisse appliquer aux bornes d'une résistance de 1.000 ohms du type 3 watts ?

On utilise la 2e et la 4e colonne et on lit dans la première 52 volts. Le débit dans la résistance est dans ce cas 57 mA (colonne 3).

5° Une dissipation de 10 watts dans l'enroulement excitateur est nécessaire pour qu'un dynamique ait son meilleur rendement. D'autre part, on dispose pour obtenir cette puissance, d'un débit de 100 mA (con-



ABAQUE DES RESISTANCES

Fig. 103

sommation totale du poste). Quelle doit être la résistance de l'enroulement d'excitation et quelle sera la tension d'alimentation à prévoir pour qu'il reste 250 volts disponibles après filtrage ?

On utilise les colonnes 2 et 3 et on lit 100 volts dans la colonne 1 et 1.000 ohms dans la colonne 4.

L'enroulement excitateur devra avoir 1.000 ohms et la tension anodique devra être de 350 volts.

Condensateurs en série et résistances en parallèle. — Une même loi mathématique s'applique aux deux cas, un même graphique peut donc également être utilisé et les chiffres peuvent se lire en µF (ou fractions de µF) ou en ohms, au choix.

L'abaque se présente sous la forme de trois lignes convergentes dont les deux extérieures portent des chiffres correspondant à la valeur des éléments à combiner. On lit le résultat de l'opération sur la ligne médiane (fig. 104).

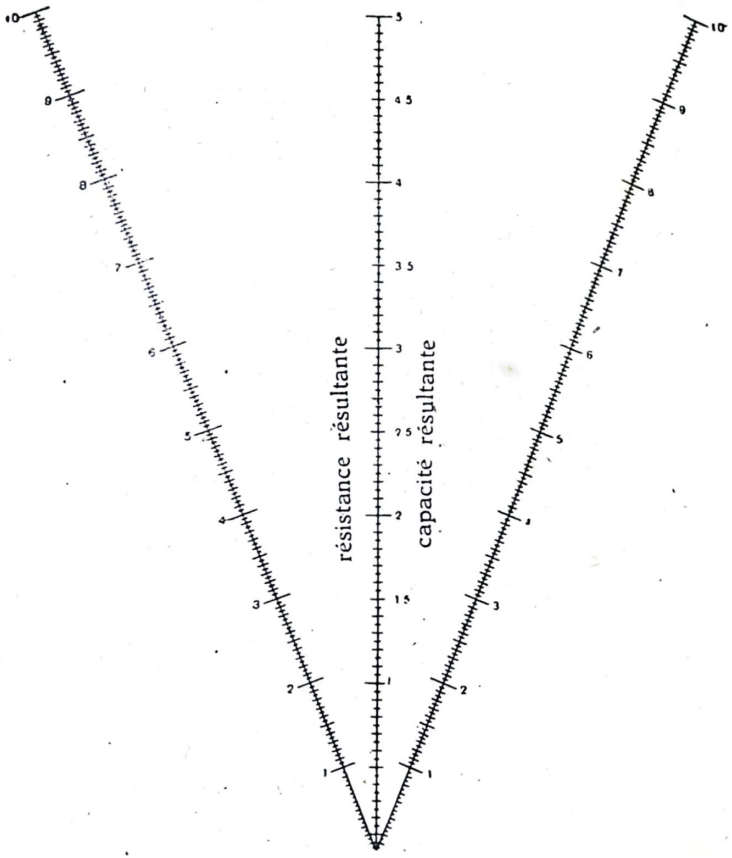
Exemples : Un condensateur de 8 µF en série avec un autre de 6 µF donne une capacité totale de 3,42 µF.

On place une règle sur le chiffre 8 à gauche et sur le chiffre 6 à droite. Le point d'intersection de la règle avec la ligne médiane donne le résultat cherché.

Quelle est la valeur du condensateur à mettre en série avec un autre de 300 µµF pour obtenir une capacité de 190 µµF ?

On place la règle sur le chiffre 3 (pour 300 µµF) à gauche et sur 1,9 (pour 190 µµF) sur la ligne médiane et on lit 5 sur la ligne de droite : La valeur cherchée est 500 µµF.

Quelle est la résistance donnée par la mise en parallèle d'une résistance de 80.000 ohms avec une autre de 40.000 ohms ?



CONDENSATEURS EN SERIE
RESISTANCES EN PARALLELE

Fig. 104

On place la règle sur 8 à gauche (pour 80.000) et sur 4 à droite (pour 40.000). Résultat : 26.500 ohms (on lit 2,65).

II. — TABLEAUX

Bobinages à fer : Le dépanneur aura parfois à remplacer une bobine de filtrage pour laquelle il n'a pas de données exactes. D'autre part, on ne peut toujours se fier aux indications données par les fabricants de bobinages qui négligent souvent d'indiquer à quel débit à travers la bobine correspond la self-induction donnée. La plupart du temps, la valeur indiquée correspond à un courant nul et est, par conséquent, bien supérieure à la self-induction réelle en fonctionnement.

Il est toujours utile de pouvoir donner au fabricant de la bobine de rechange des données précises et de pouvoir contrôler la pièce de rechange.

Il faut toujours tenir compte de ce que pour que le filtrage soit efficace :

1° La résistance de la bobine doit être aussi faible que possible pour éviter une inutile chute de tension.

2° Le fil doit avoir une section suffisante pour pouvoir supporter sans échauffement le débit nécessaire.

3° Le fer doit toujours être très loin de la saturation afin que le plus petit changement dans le courant puisse modifier son état magnétique. Cela implique une section suffisante du noyau, ou, si l'on veut, un nombre de tôles suffisant.

Le tableau donné ci-après est extrait d'un ouvrage sur les bobinages à fer, par P.-H. Brans (1).

---

(1) « Filtres pour anode et selfs à fer ». Radio-Bibliothèque.

Données pour bobinages à noyau de fer

Courant Amp.	Induction Henrys	Entrefer m/m	Nombre de tours	Dia m. fil	Espace pr. le bobinage m/m		Noyau en m/m	Chute de tension
					largeur	profond		
0,05	1	0,4	2.300	0.20	12.5	8.5	12.50x12.5	7
	5	0,65	9.500		15.5	10.5	20x20	14
	10	0,8	2.800		16.-	11.-	25x25	18
	20	1,2	5.700		20.-	13.5	25x25	29
	50	2,8	11.000		24.-	16.5	25x25	64
	100	6,5	8.900		27.-	19.-	50x50	76
0,10	1	0,5	1.500	0.25	13.5	9.-	19x19	6
	5	0,65	2.600		15.-	10.5	25x25	14
	10	0,8	1.900		18.-	12.5	50x50	16
	20	1,2	2.900		19.-	12.5	50x50	26
	50	2,8	5.300		25.5	17.5	50x50	50
	100	4.5	8.900		33.75	23.-	50x50	90
0,25	1	0.5	1.100	0.45	19.-	12.5	25x25	6
	5	1.2	1.300		21.-	13.5	50x50	10
	10	6.5	1.300		23.-	14.5	75x75	16
	20	8.-	1.400		25.-	16.-	75x75	20
	50	9.-	5.000		40.8	28.-	75x75	24
	100	15.-	9.400		53.-	35.5	75x75	70

Code de couleurs des résistances

premier chiffre : corps	deuxième chiffre : bout	derniers chiffres : point
0 - noir	0 - noir	rien - noir
1 - brun	1 - brun	0 - brun
2 - rouge	2 - rouge	00 - rouge
3 - orange	3 - orange	000 - orange
4 - jaune	4 - jaune	0000 - jaune
5 - vert	5 - vert	00000 - vert
6 - bleu	6 - bleu	000000 - bleu
7 - violet	7 - violet	
8 - gris	8 - gris	
9 - blanc	9 - blanc	

Exemple : Une résistance a le corps vert, le bout noir et un point orange :

corps vert	5
bout noir	0
point orange	000
TOTAL	50.000 ohms

Code de couleurs des capacités

Les condensateurs fixes américains sont marqués suivant le code ci-après :

Premier point	Deuxième point	Troisième point
0 - noir	0 - noir	rien - noir
1 - brun	1 - brun	0 - brun
2 - rouge	2 - rouge	00 - rouge
3 - orange	3 - orange	000 - orange
4 - jaune	4 - jaune	0000 - jaune
5 - vert	5 - vert	00000 - vert
6 - bleu	6 - bleu	000000 - bleu
7 - violet	7 - violet	
8 - gris	8 - gris	
9 - blanc	9 - blanc	

EXEMPLES :

Premier point	Deuxième point	Troisième point		Valeur
Brun	Noir	Brun	=	100 µµF
Rouge	Vert	Brun	=	250 µµF
Vert	Noir	Brun	=	500 µµF
Brun	Noir	Rouge	=	1000 µµF
Brun	Noir	Orange	=	10000 µµF

Code allemand

Le code de couleurs allemand pour les capacités diffère sensiblement du code américain : Les capacités comportent notamment des bandes coloriées qui présentent des largeurs différentes. Il y en a de deux sortes : Les bandes larges ont la même valeur que trois bandes étroites.

Le système a cet avantage qu'il ne faut jamais tordre les connexions pour lire la valeur de la capacité, ce qui facilite les recherches dans les montages compliqués.

La couleur des bandes indique le chiffre et le nombre de bandes indique le nombre de chiffres. La valeur est exprimée en « picofarads » (pF = micro-microfarad = 0,9 cm).

COULEURS	CAPACITES EN pF					
	I	II	III	IV	V	VI
Blanc		10	100	1.000	10.000	100.000
Bleu pâle		15	150	1.500	15.000	150.000
Rouge		20	200	2.000	20.000	200.000
Brun		25	250	2.500	25.000	250.000
Orange		30	300	3.000	30.000	300.000
Or		35	350	3.500	35.000	350.000
Jaune		40	400	4.000	40.000	400.000
Vert	5	50	500	5.000	50.000	500.000
Bleu foncé	6	60	600	6.000	60.000	600.000
Violet	7	70	700	7.000	70.000	700.000
Rose	8	80	800	8.000	80.000	800.000
Argent	9	90	900	9.000	90.000	900.000

Exemples : Trois bandes vertes étroites indiquent une capacité de 500 pF : Vert indique le chiffre 5 et le nombre de bandes, 3 donne le nombre de chiffres.

Un condensateur marqué de trois bandes blanches étroites et une bande blanche large a une capacité de 100.000 pF. La vouleur blanche indique le chiffre 1. Le nombre de chiffres est ici 3 pour les trois bandes étroites et 3 pour la bande large.

Tableau de conversion de longueurs d'ondes en fréquences

I m.	Fréq. KH.	I m.	Fréq. KH	I m.	Fréq. KH.
1	300.000	320	937,5	1.100	272,7
2	150.000	340	882,4	1.150	260,9
3	100.000	360	833,3	1.200	250,0
4	75.000	380	789,5	1.250	240,0
5	60.000	400	750,0	1.300	230,8
6	50.000	420	714,3	1.350	222,2
7	42.857	440	681,8	1.400	214,3
8	37.500	460	657,2	1.450	206,9
9	33.333	480	625,0	1.500	200,0
10	30.000	500	600,0	1.550	193.5
12	25.000	520	576,9	1.600	187,5
14	21.428	540	555,6	1.650	181,8
16	18.750	560	535,7	1.700	176,5
18	16.667	580	517,2	1.750	171,4
20	15.000	600	500,0	1.800	166,7
25	12.000	620	483,9	1.850	162,2
30	10.000	640	468,8	1.900	157,9
35	8.571	660	454,5	1.950	153,8
40	7.500	680	441,2	2.000	150,0
45	6.667	700	428,6	2.050	146,3
50	6.000	720	416,7	2.100	142,9
60	5.000	740	405,4	2.150	139,4
70	4.286	760	394,7	2.200	136,4
80	3.750	780	384,6	2.250	133,3
90	3.333	800	375,0	2.300	130,4
100	3.000	820	365,8	2.350	127,7
120	2.500	840	357,1	2.400	125,0
140	2.143	860	348,8	2.450	122,4
160	1.875	880	340,9	2.500	120,0
180	1.667	900	333,3	2.550	117,6
200	1.500	920	326,0	2.600	115,4
220	1.364	940	319,1	2.650	113,2
240	1.250	960	312,5	2.700	111,1
260	1.154	980	306,1	2.750	109,1
280	1.071	1.000	300,0	2.800	107,1
300	1.000	1.050	285.7		

JAUGES DES FILS METALLIQUES

N°s	Impériale S.W.G. m/m	B.W.G. m/m	Brown and Sharpe m/m	N°s	Impériale S.W.G. m/m	B.W.G. m/m	Brown and Sharpe m/m
7/0	12,700	—	—	23	0,609	0,634	0,573
6/0	11,785	—	—	24	0,558	0,558	0,510
5/0	10,970	—	—	25	0,507	0,507	0,455
4/0	10,159	11,531	11,684	26	0,457	0,457	0,405
3/0	9,448	10,794	10.405	27	0,416	0,416	0,360
2/0	8,839	9,651	9,266	28	0,376	0,355	0,321
0	8,229	8,635	8,254	29	0,345	0,330	0,286
1	7,620	7,620	7,348	30	0,315	0,304	0,255
2	7,010	7,213	6,544	31	0,294	0,254	0,227
3	6,400	6,578	5,827	32	0,274	0,230	0,202
4	5,892	6,045	5,189	33	0,254	0,203	0,180
5	5,384	5,588	4,621	34	0,233	0,177	0,160
6	4,876	5,156	4,115	35	0,213	0,127	0,143
7	4,470	4,571	3,665	36	0,193	0,101	0,127
8	4,064	4.191	3,264	37	0,172	—	0,113
9	3,657	3,759	2,906	38	0,152	—	0,100
10	3,251	3,403	2,588	39	0,132	—	0,090
11	2,946	3,047	2,305	40	0,122	—	0,080
12	2,641	2,768	2,053	41	0,112	—	—
13	2,336	2,412	1,828	42	0,102	—	—
14	2,032	2,108	1,628	43	0,091	—	—
15	1,828	1,828	1,450	44	0,081	—	—
16	1,625	1,650	1,291	45	0,071	—	—
17	1,421	1,472	1,150	46	0,061	—	—
18	1,218	1,244	1,024	47	0,051	—	—
19	1,016	1,066	0,899	48	0,041	—	—
20	0,914	0,888	0,812	49	0,030	—	—
21	0,812	0,812	0,723	50	0,025	—	—
22	0,710	0,761	0,644	—	—	—	—

Le tableau ci-dessus indique, en millimètres, les diamètres des fils correspondant aux différents numéros des deux systèmes de jauges anglais (*S.W.G.* et *B.W.G.*) et au système américain *Brown and Sharpe*.

ÉQUIVALENT DES MESURES ANGLO-AMÉRICAINES

Longueur

Inch, *in*	0,0254	m.	Mètre	39,370113	inches.
Foot, (12 in) *ft*	0,3048	m.	—	3,280843	feet.
Yard, (3 ft) *yd*	0,9144	m.	—	1,09361425	yard.
Mile, (1760 yd)	1,6093	klm.	Kilomètre	0,621372	mile.

Surface

Square inch	6,4516	cm^2	Centim. carré	0,1550	sq. inch.
— foot (144 sq. in)	9,2903	dm^2	Mètre carré	10,7639	sq. feet.
— yard (9 sq. ft.)	0,836126	m^2	Are	119,60	sq. yards.
Acre (4840 sq. yd)	40,468	a.	Hectare	2,4711	acres.
Square mile (640 acres)	259,0	ha.			

Poids

Grain	64,8	mg.	Gramme	15,43236	grains.
Ounce *oz*	28,350	g.	Kilogramme	15432,36	grains.
Pound (16 oz) *lb*	453,5924	g.	—	35,2739	ounces.
Hundredweight (112 lbs) *cwt.*	50,80	kg.	—	2,20462	pounds.
Ton (20 cwt) *T*	1016	kg.	Tonne métrique	19,6841	cwt.
			—	0,98421	ton.

N.-B. — Les abréviations sont indiquées en italique.

TRANSFORMATION DES PIEDS ET POUCES ANGLAIS EN MÈTRES ET CENTIMÈTRES

Pouces	Centim.	Pouces	Centim.	Pieds	Mètres
1/32	0,0794	1	2,5399	22	6,7055
2/32 = 1/16	0,1587	2	5,0799	23	7,0103
3/32	0,2381	3	7,6198	24	7,3150
4/32 = 1/8	0,3175	4	10,1598	25	7,6198
5/32	0,3969	5	12,6997	26	7,9246
6/32 = 3/16	0,4762	6	15,2397	27	8,2294
7/32	0,5556	7	17,7796	28	8,5342
8/32 = 1/4	0,6350	8	20,3196	29	8,8390
9/32	0,7144	9	22,8595	30	9,1438
10/32 = 5/16	0,7937	10	25,3995	31	9,4486
11/32	0,8731	11	27,9394	32	9,7534
12/32 = 3/8	0,9525	Pieds		33	10,0582
13/32	1,0319	1	30,4794	34	10,3630
14/32 = 7/16	1,1112	2	60,9588	35	10,6678
15/32	1,1906	3	91,4392	36	10,9726
16/32 = 1/2	1,2700		Mètres	37	11,2774
17/32	1,3493	4	1,2192	38	11,5822
18/32 = 9/16	1,4287	5	1,5240	39	11,8870
19/32	1,5081	6	1,8288	40	12,1917
20/32 = 5/8	1,5875	7	2,1335	41	12,4965
21/32	1,6668	8	2,4383	42	12,8013
22/32 = 11/16	1,7662	9	2,7431	43	13,1061
23/32	1,8256	10	3,0479	44	13,4109
24/32 = 3/4	1,9050	11	3,3527	45	13,7157
25/32	1,9843	12	3,6575	46	14,0205
26/32 = 13/16	2,0637	13	3,9623	47	14,3253
27/32	2,1431	14	4,2671	48	14,6301
28/32 = 7/8	2,2225	15	4,5719	49	14,9349
29/32	2,3018	16	4,8767	50	15,2397
30/32 = 15/16	2,3812	17	5,1815	60	18,2876
31/32	2,4606	18	5,4863	70	21,3356
		19	5,7911	80	24,3835
		20	6,0959	90	27,4315
		21	6,4007	100	30,4794

ÉQUIVALENTS DÉCIMAUX DES MULTIPLES

de 1/8, 1/16, 1/32 et 1/64

Fractions	Equivalents décimaux	Fractions	Equivalents décimaux
1/8	0,125	1/64	0,015625
1/4	0,250	3/64	0,046875
3/8	0,375	5/64	0,078125
1/2	0,500	7/64	0,109375
5/8	0,625	9/64	0,140625
3/4	0,750	11/64	0,171875
7/8	0,875	13/64	0,203125
		15/64	0,234375
1/16	0,0625	17/64	0,265625
3/16	0,1875	19/64	0,296875
5/16	0,3125	21/64	0,328125
7/16	0,4375	23/64	0,359375
9/16	0,5625	25/64	0,390625
11/16	0,6875	27/64	0,421875
13/16	0,8125	29/64	0,453124
15/16	0,9375	31/64	0,484375
		33/64	0,515625
1/32	0,03125	35/64	0,546875
3/32	0,09375	37/64	0,578125
5/32	0,15625	39/64	0,609375
7/32	0,21875	41/64	0,640625
9/32	0,28125	43/64	0,671875
11/32	0,34375	45/64	0,703125
13/32	0,40625	47/64	0,734375
15/32	0,46875	49/64	0,765625
17/32	0,53125	51/64	0,796875
19/32	0,59375	53/64	0,828125
21/32	0,65625	55/64	0,859375
23/32	0,71875	57/64	0,890625
25/32	0,78125	59/64	0,921875
27/32	0,84375	61/64	0,953125
29/32	0,90625	63/64	0,984375
31/32	0,96875		

SECTION, RESISTANCE ET POIDS DES FILS NUS

Epaisseur en m/m	Section en m/m2	RÉSISTANCE PAR MÈTRE : OHMS				Poids en gr. par mètre	
		Cuivre	Manganine Nickeline	Constantan Résistine Spécial Rheotan	Chrome-nickel	Cuivre Constantan Special Nickelin Rheotan	Manganine Resistine Chrome-Nickel
		0 0175	0.42	0.49	0.9	8.9	8.3
0.05	0 00196	8.95	215	250	460	0 018	0 017
0.08	0.0050	3 5	84	98	180	0 045	0.042
0.1	0.0079	2.22	53.2	62	114	0 070	0.065
0.11	0.0095	1.84	44.2	51.5	94 8	0 085	0 079
0.12	0 0113	1.55	37.2	43.3	79.5	0 101	0.094
0.13	0.0133	1.32	31.6	36.8	67.7	0 118	0 110
0.14	0.0154	1.14	27 3	31.8	58.5	0.137	0.128
0.15	0.0177	0.99	23.7	27.7	50.8	0.158	0.147
0.16	0.0201	0.87	20.9	24.4	44.7	0.178	0.166
0.17	0.0227	0.772	18 5	21.6	39.6	0.202	0.188
0.18	0.0255	0.685	16.5	19.2	35.4	0.227	0.212
0.19	0.0284	0.617	14.8	17.2	31.7	0.253	0 236

0.20 0.22 0.25	0.0314 0.0380 0.0491	0.557 0.460 0.357	13.4 11.0 8.55	15.6 12.9 10.0	28.7 23.7 18.3	0.280 0.339 0.437	0.261 0.317 0.407
0.30 0.35 0.40	0.0707 0.0962 0.1260	0.248 0.182 0.139	5.95 4.37 3.33	6.95 5.15 3.89	12.7 9.35 7.15	0.630 0.857 1.130	0.585 0.800 1.045
0.45 0.50 0.60	0.1590 0.1960 0.2830	0.110 0.0895 0.0618	2.64 2.15 1.48	3.08 2.50 1.73	5.66 4.59 3.18	1.417 1.750 2.520	1.32 1.63 2.35
0.70 0.80 0.90	0.3850 0.5030 0.6360	0.0455 0.0348 0.0275	1.09 0.835 0.660	1.27 0.975 0.770	2.34 1.79 1.61	3.430 4.480 5.670	3.20 4.18 5.30
1.00 1.20 1.50	0.7850 1.1310 1.7670	0.0223 0.0155 0.00992	0.535 0.372 0.238	0.625 0.433 0.277	1.15 0.795 0.51	7.070 10.980 15.750	6.60 10.25 14.65
1	2	3	4	5	6	7	8

Coefficients de température

Manganin	±	0,00001	Résistin		0,00002	Nickelin	0,000067
Spécial	±	0,00004	Constantan	—	0,000005	Rhéotaan	+ 0,00023
			Chroomnickel		0,00027		

III. — FUSIBLES

La plupart des appareils de radio sont munis d'un fusible. Le remplacement d'un fusible brûlé par un morceau de fil quelconque n'est jamais recommandable et peut avoir des conséquences fâcheuses.

D'autre part, il arrive très souvent que l'on ne possède pas de fusible de réserve de la bonne valeur.

Il est même fréquent que le fusible d'origine soit d'un calibre supérieur à ce qu'il devrait être parce que la valeur exacte est difficile à trouver et que le fabricant préfère ne pas courir le risque d'une panne due à un fusible trop faible.

Afin de permettre l'établissement correct des fusibles bien tarés, nous donnons ci-après un tableau qui sera utile aux techniciens scrupuleux.

Celui-ci donne, outre les intensités permises et le diamètre du fil, la résistance au mètre et le courant de fusion pour un délai de 2 secondes.

La longueur du fil a une influence sur le courant de fusion, mais on peut considérer les indications du tableau comme pratiquement exactes pour une longueur de 2 cm.

Les indications sont données pour le fil de constantan et le fil d'argent.

La connaissance de la résistance du fil peut être utile pour certains emplois, particulièrement pour le fil de constantan très fin. C'est ainsi qu'un fil de constantan de 5 cm et de 0,02 de diamètre, présente une résistance de 75 ohms.

On trouve cette résistance facilement en multipliant le nombre donné dans la table par la longueur du fil et en divisant le produit par 100.

Pour le cas ci-dessus on trouve :

Fusibles en Constantan

Diamètre m/m	Résistance par m. ohms	Courant de fusion Amp. max. 2 sec.	Courant perm. admissible Amp
0,02	1530	0,23	0,16
0,025	978	0,32	0,224
0,03	680	0,345	0,241
0,035	500	0,40	0,28
0,040	382	0,45	0,31
0,045	302	0,53	0,37
0,05	244	0,64	0,45
0,055	202	0,72	0,50
0,06	170	0,78	0,55
0,065	145	0,85	0,60
0,07	125	0,92	0,65
0,075	109,4	1,04	0,73
0,08	95,4	1,09	0,77
0,085	84,6	1,23	0,86
0,09	75,4	1,30	0,91
0,095	67,6	1,36	0,95
0,10	61,2	1,50	1,05
0,105	55,6	1,58	1,10
0,11	50,6	1,70	1,20
0,115	47,2	1,79	1,25
0,12	42,4	1,90	1,33
0,125	39,-	2,--	1,40
0,13	35,6	2,15	1,50
0,135	33,-	2,20	1,54
0,14	32,2	2,32	1,62
0,15	28,6	2,55	1,78
0,16	24,-	2,66	2,--
	Fusibles- Argent pur.		
0,035	15,2	0,97	0,88
0,04	12,95	1,08	0,98
0,045	11,42	1,18	1,07
0,05	9,1	1,37	1,23
0,055	7,-	1,55	1,4
0,06	6,1	1,68	1,51
0,065	5,24	1,85	1,67
0,07	4,64	2,--	1,8
0,075	4,16	2,18	1,96
0,08	3,80	2,37	2,13
0,085	3,46	2,50	2,25
0,09	3,--	2,68	2,42
0,095	2,54	2,90	2,61
0,1	2,42	3,08	2,78

$$\frac{1530 \times 5}{100} = 76{,}5 \text{ ohms}$$

On veillera toujours à ce que le fil fusible ait un bon contact avec le support ou borne auquel il est attaché car sinon on pourrait avoir de désagréables parasites. Il est particulièrement difficile d'obtenir un bon contact avec des fils très fins, aussi, dans ce cas, la fixation au moyen d'une goutte de soudure est à recommander.

IV. — QUELQUES FORMULES UTILES

Les formules ci-dessous sont données sous une forme simplifiée sans utiliser les abréviations habituelles de manière à être aussi claires que possible.

A. — *Formules se rapportant à la loi d'Ohm :*

(1) $\text{Ampère} = \dfrac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$

(2) $\text{Milliampère} = \dfrac{\text{Volt} \times 1000}{\text{Ohm}}$

(3) $\text{Ohm} = \dfrac{\text{Volt}}{\text{Ampère}}$

(4) $\text{Ohm} = \dfrac{\text{Volt} \times 1000}{\text{Milliampère}}$

(5) $\text{Volt} = \text{Ampère} \times \text{Ohm}$

(6) $\text{Volt} = \dfrac{\text{Milliampère} \times \text{Ohm}}{1000}$

B. — *Formules se rapportant au calcul des résistances, de la puissance,* etc :

(7) Ampère $= \sqrt{\frac{\text{Watt}}{\text{Ohm}}}$

(8) Milliampère $= 1000 \sqrt{\frac{\text{Watt}}{\text{Ohm}}}$

(9) Watt $= \text{Ampère}^2 \times \text{Ohm}$

(10 Watt $= \frac{\text{Milliampère}^2}{1.000.000}$

(11) Watt $= \text{Volt} \times \text{Ampère}$

(12) Watt $\frac{\text{Volt} \times \text{Milliampère}}{1.000}$

C. — *Formules concernant les résistances :*

(13) Résistances en série :

Résistance totale $= r_1 + r_2 + r_3 + r_4$ etc.

(14) Résistances en parallèle :

$$\text{Résistance totale} = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}}$$

etc...

(15) Résistances en parallèle :

$$\text{Résistance totale} = \frac{r_1 \times r_2}{r_1 + r_2}$$

Voir l'abaque de la page 193.

D. — *Formules concernant les capacités :*

(16) Capacités en série : Voir formule (14). Voir aussi l'abaque de la page .

17 Capacités en parallèle : Voir formule (13).

(18) Résistance apparente (réactance) d'une capacité pour un courant alternatif d'une fréquence donnée :

$$\text{Ohm} = \frac{1.000.000}{6{,}28 \times \text{fréquence} \times \text{microfarad}}$$

E. — *Formules se rapportant aux fréquences et longueurs d'onde* (voir aussi table page 199) :

(19) $\text{Mètres} = \dfrac{300.000.000}{\text{cycles par seconde}}$

(20) $\text{Cycles par seconde} = \dfrac{300.000.000}{\text{mètres}}$

F. — *Shunts pour appareils de mesure :*

(21) $\text{Ohms du shunt} = \dfrac{\text{Ohm de cadre mobile}}{N - 1}$

ou N = le nombre de fois dont il faut augmenter la lecture totale de l'instrument.

G. — *Résistance apparente (réactance) des bobines pour un courant alternatif de fréquence donnée :*

(22) Ohms = 6,28 × fréquence × henry

H. — *Abréviations conventionnelles :*

Milli = m = $\left(\frac{1}{1000} \right)$

Micro = μ = $\left(\frac{1}{1.000.000} \right)$

Micro-micro = μμ = $\frac{1}{10^{12}}$

Kilo = k = (1000)
Meg (a) = M = (1.000.000)
Ampère = A
Ohm = Ω
Volt = V
Watt = W
Farad = F
Henry = H

Milliers de Cycles par sec. = Kilocycle = kc = kHz
Cycles par seconde = p/s = hertz = Hz
Mètres = m
Fréquence = f
π = 3,1416
$2 \times \pi \times f$ = ω
Impédance = Z
Longueur d'onde = λ
Décibel = db

LA DOCUMENTATION DU DEPANNEUR

Si, dans les précédents chapitres de ce livre, nous avons décrit en détail l'appareillage des mesures et l'outillage dont le dépanneur a besoin pour l'accomplissement de son travail, nous ne voudrions passer sous silence cet autre outillage non moins indispensable, non moins précieux que constitue une sérieuse documentation. Le dépanneur doit être solidement armé sous ce rapport ; un tableau des caractéristiques et des culots des lampes lui est aussi utile qu'une bonne hétérodyne modulée.

On peut se procurer, en général, une très complète documentation sur toutes les lampes en s'adressant à leurs fabricants qui envoient volontiers leurs catalogues et brochures à titre gracieux. Il est également utile de recueillir une bonne documentation sur les bobinages les plus usuels, ne serait-ce que pour connaître la disposition de leurs contacts. Faut-il préciser que toute la documentation industrielle, ainsi obtenue, doit être classée dans un ordre méthodique en se servant de chemises ou de classeurs ?

Par ailleurs, le dépanneur constituera pour son usage une petite bibliothèque comprenant des livres soigneusement choisis parmi les ouvrages offrant des garanties de sérieux et faciles à consulter en cas de besoin. Quels doivent être ces livres ?

Nous supposons, bien entendu, que le dépanneur possède parfaitement la théorie élémentaire de l'électricité et de la radio (sinon, qu'il courre rapidement acquérir

l'excellent ouvrage de E. Aisberg, « La Radio ? Mais c'est très simple ! » où il pourra les puiser sous une forme facilement assimilable). Par contre, il aura besoin d'une sorte de vade-mecum contenant toutes les données pratiques sous la forme de tableaux numériques, de formules, d'abaques, de schémas et d'un recueil complet de caractéristiques numériques et graphiques de toutes les lampes modernes de réception. Un tel vade-mecum existe sous le titre de « Manuel Technique de la Radio ». C'est un volume de 224 pages, d'un format qui permet de l'emporter facilement avec soi et dont la riche documentation en fait un outil de travail quasi indispensable.

Le dépanneur qui voudrait équiper son laboratoire d'une façon très complète et de pouvoir effectuer certaines mesures (notamment, sur les bobinages) qui sortent du cadre du présent ouvrage, aura intérêt à lire l'excellent volume de Hugues Gilloux : « Les Mesures du Radiotechnicien » (comment équiper son laboratoire, comment s'en servir).

Mais ce qui est surtout très précieux dans le travail de dépannage, c'est de connaître les schémas et les particularités des récepteurs que l'on a à dépanner. Là, où le dépanneur a sous les yeux le schéma du récepteur confié à ses soins, il mettra dix fois moins de temps à déceler le défaut que lorsqu'il doit travailler, en quelque sorte, en aveugle, faute du schéma en question.

Malheureusement, la plupart des constructeurs gardent jalousement leurs schémas au plus grand dame des dépanneurs. Ont-ils peur de divulguer leurs secrets de fabrication ?... Quoi qu'il en soit, jusqu'à ces temps derniers, les dépanneurs souffraient gravement du manque de cette documentation. Aujourd'hui, cette déplorable lacune est très heureusement comblée, puisque le magazine technique *Toute la Radio,* s'inspirant de l'excellent

exemple des « Radio Service Manuals » publiés aux Etats-Unis par Hugo Gernsback, a pris l'initiative de publier un recueil de schémas des récepteurs industriels constamment tenu à jour.

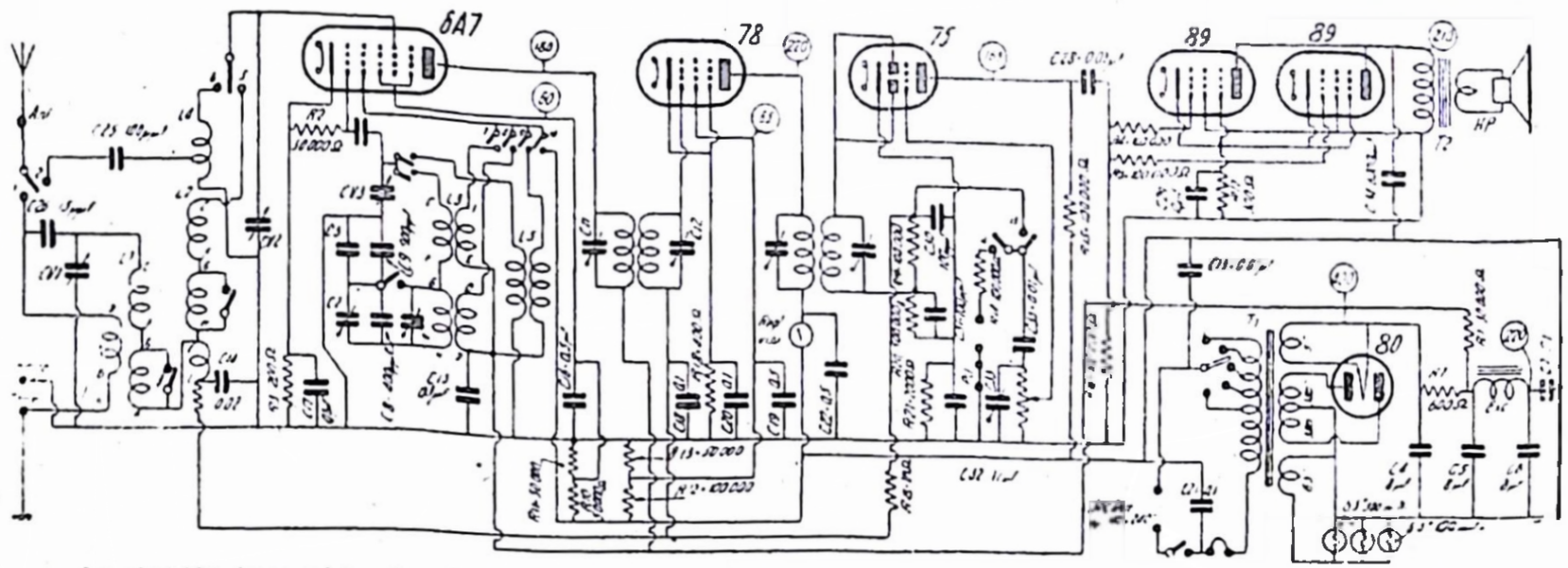
Ce recueil, baptisé du nom de *Schémathèque,* contient les schémas de tous les récepteurs industriels connaissant quelque diffusion, construits en France ou importés. Pour chaque récepteur, sont indiqués toutes les valeurs des éléments, les types de lampes, les principales tensions et intensités à contrôler. Un texte très condensé indique les particularités de chaque récepteur, les détails de sa commutation, la méthode de son alignement et le processus indiqué pour son dépannage. De nombreux croquis indiquent, en outre, lorsque ceci est nécessaire, la disposition des éléments d'un châssis et, en particulier, la répartition des trimmers, des paddings et d'autres condensateurs ajustables, servant à l'alignement du récepteur. Nous reproduisons, d'ailleurs, ci-contre, fortement réduite, une page de la Schémathèque.

La Schémathèque est publiée à raison de 8 schémas en moyenne par mois dans les pages de milieu de *Toute la Radio* et de son supplément, la *Technique Professionnelle Radio,* et est gratuitement offerte à tous ses abonnés. En outre, des fascicules supplémentaires vendus à un prix modique paraissent plusieurs fois par an pour permettre une publication plus rapide des schémas qui composent la Schémathèque. Enfin, un classeur spécial d'une conception très pratique, fonctionnant sans perforation, a été établi pour faciliter la conservation et le classement de la Schémathèque.

Un recueil analogue a été, sous le nom de « Radio-Schémas », édité pour la Belgique par la Radio-Librairie P.-H. Brans à Anvers.

La page de la Schémathèque reproduite ci-dessus en réduction constitue la moitié seulement de la description consacrée au récepteur L. M. T. 55.

CONSTRUCTEUR **L. M. T.** PARIS | MODÈLE 55 (555) | ANNÉE 1935 | CLASSE A 0607003 | N° 41



Les ajustables du second transformateur M.F. doivent être numérotés respectivement : C23 (primaire) et C21 (secondaire). Le condensateur C3 est ajustable.

Caractéristiques générales et particularités.

Superhétérodyne toutes ondes à cinq lampes et une valve, fonctionnant sur courant alternatif de 110 à 240 volts.

Pour les gammes P.O et G.O le circuit d'entrée est monté en présélecteur avec couplage par inductance à la base des deux circuits accordés. Le montage de l'oscillateur est classique. Dans la position P.O les enroulements de réaction P.O et G.O. de l'oscillateur sont mis en parallèle.

Le circuit anodique de l'amplificatrice M.F. comporte, en série, un indicateur visuel d'accord milliampèremétrique à ombre.

Les deux plaques diodes de la 75 sont utilisées pour la détection. L'antifading n'est pas retardé. Il est appliqué à l'amplificatrice M.F et à la changeuse de fréquence.

Le potentiomètre de renforcement dans la grille de la préamplificatrice B.F. est shunté par un condensateur variable qui permet de modifier la tonalité.

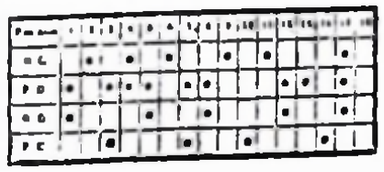
L'étage final comprend deux 89 montées en parallèle. Une résistance de découplage est prévue dans chaque grille.

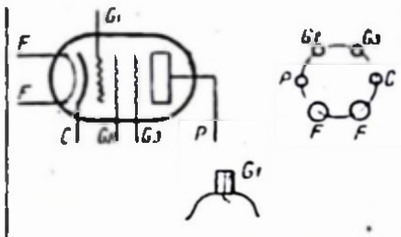
La lampe 80 n'est pas très connue et nous donnons la disposition des broches du culot. Remarquons que la grille suppresseuse est sortie au dehors et que la grille de commande se trouve connectée au téton au sommet de l'ampoule.

Le filtrage est à deux cellules : la première à résistance, la seconde avec l'excitation du dynamique comme bobine de filtrage.

Commutation.

Le tableau nous indique comment s'effectuent les contacts pour les quatre positions du commutateur.



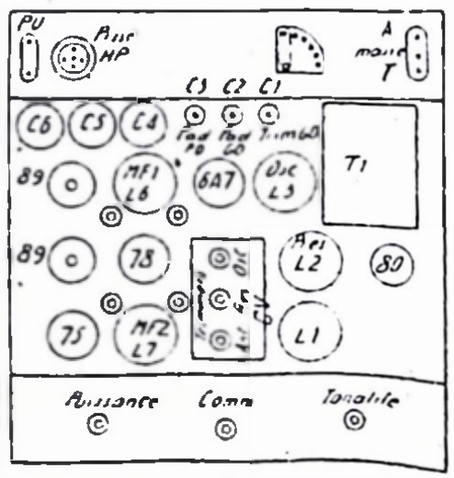


Alignement.

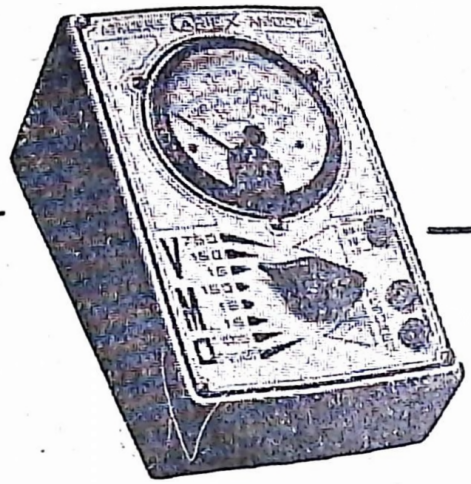
a) *Accord M. F.*

Régler l'hétérodyne sur 135 kHz, brancher la sortie de l'hétérodyne entre la masse et la grille de la deuxième M. F. (lampe 78), et rechercher la pointe de résonance en agissant sur les deux condensateurs ajustables C 23 et C 21.

Répétez l'opération en branchant l'hétérodyne entre la masse et la grille de la lampe 6A7 et agir sur les deux condensateurs ajustables C11 et C12.



Disposition des éléments et des condensateurs ajustables sur le châssis 65



Excellente conception d'un contrôleur universel fonctionnant en voltmètre à trois sensibilités, milliampèremètre à trois sensibilités et ohmmètre à deux sensibilités. Il est équipé d'un milliampèremètre à cadre mobile avec remise à zéro et comprend dans son boitier la pile servant aux mesures des résistances.

(Ateliers CARTEX à Annecy)

Les Appareils de Mesure Philips

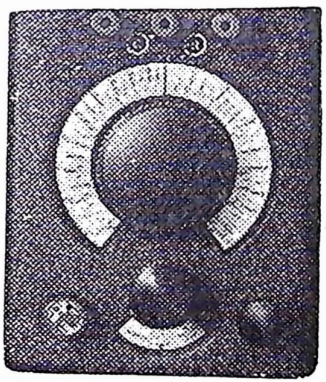
La série des appareils de mesure Philips: oscillateur de service, oscillateur de précision, oscillographe à rayons cathodiques, appareil de mesure « Cartomatic », pont de mesure, générateur de basse fréquence, permettent l'équipement complet d'un laboratoire. C'est la baguette magique qui confère le pouvoir de donner la vie à un poste neuf et une nouvelle vie à un ancien. Ils ont été étudiés pour rendre des services multiples aussi bien aux techniciens qu'aux simples amateurs. Mais ils présentent avec leur très grande précision, les qualités essentielles pour l'usage pratique: la robustesse et la stabilité. C'est le résultat d'une longue expérience et de multiples recherches. Chaque organe, chaque pièce sont étudiés et vérifiés scientifiquement, chaque problème difficile reçoit une solution appropriée. Toutes ces qualités sont concrétisées dans:

L'Appareil de Mesure « Cartomatic » type 7629. C'est un appareil vraiment universel, puisqu'il constitue un lampemètre permettant d'essayer automatiquement (au moyen de cartes perforées) les lampes européennes, américaines et même les lampes anglaises... et qu'il permet de mesurer également les tensions, les intensités, les capacités, les résistances. Grâce au « Cartomatic », le radio-service se fait plus rapidement et l' « auscultation » des appareils se fait plus claire et plus complète. Pour une mesure déterminée, ou pour la vérification d'une lampe, il suffit de placer la carte perforée appropriée et de manœuvrer un levier. Les contacts s'établissent à travers les perforations de la carte et on n'a plus qu'à lire le résultat de la mesure. Les points de contact au nombre de 140 sont en argent massif et subissent un auto-nettoyage.

Sur le panneau avant incliné se trouvent 12 supports permettant de placer tous les types de lampes. L'appareil permet de vérifier l'émission de la cathode, l'isolement entre les diverses électrodes, la pente, etc.

L'instrument de mesure utilisé est un galvanomètre sensible. La déviation totale correspond à 500 microampères. L'échelle a une longueur de 80 m/m. L'appareil est protégé par un élément redresseur spécial en série avec une bobine.

En courant continu on mesure : de 0,2 à 500 V. en 4 sensibilités; de 0,1 à 1.000 mA. en 5 sensibilités. En courant alternatif de 1 à



Philoscope G M 4140

Oscillateur de service G M 2880

500 V. en 4 sensibilités; de 5 à 1.000 mA. en 4 sensibilités. La mesure des résistances : 1 ohm à 5 mégohms en cinq sensibilités, et pour les contrôles des capacités de 1.000 µµF. à 200 µF. en cinq sensibilités. De plus l'appareil peut servir de voltmètre de sortie avec trois gammes: 25, 100 et 500 V.

Le pont de mesure universel « Philoscope » Gm. 4140 par sa robustesse, sa simplicité d'emploi et son faible encombrement constitue l'appareil idéal de complément dans le laboratoire du dépanneur. Sa grande précision, de 2 % et même de 0,1 % avec les étalons extérieurs rend cet appareil indispensable dans tous les laboratoires et ateliers. Il permet de mesurer des résistances de 0,1 ohm à 10 mégohms et des capacités de 1 mmF. à 10 µF. L'indicateur de zéro est un trèfle cathodique dont les indications sont lues sans inertie et sans parallaxe. Le « Philoscope » permet également de vérifier les lignes électriques et les prises de terre !

L'oscillateur de service GM 2880 est un oscillateur HF à fréquence variable dont les six gammes vont de 14 à 3.000 mètres. Les signaux H F peuvent être modulés à 400 p/s avec une profondeur de modulation de 30 %. Grâce au montage particulier de l'oscillateur HF sa fréquence est indépendante de la charge. L'oscillateur comporte en plus un oscillateur HF fixe de 857 kHz qui, en combinaison avec l'oscillateur à fréquence variable, donne par battement de la basse fréquence que l'on utilise par exemple pour l'essai de la partie BF et du HP du récepteur.

Pour les mesures de fréquence de haute précision on se servira d'un étalon de fréquence: *l'oscillateur de précision Fréquencemètre GM 3110* qui couvre en six bandes de 5 mégahertz à 40 kilohertz.

Oscillographe cathodique GM 3152

L'oscillographe à rayons cathodiques GM 3152 grâce à son poids relativement léger et ses dimensions réduites constitue un appareil de précision très maniable et facilement transportable. Le tube cathodique utilisé est à vide poussé type DG 9-3, avec un écran dont le diamètre est d'environ 95 m/m. ou DN 9/3 à écran persistant. La base de temps linéaire couvre de 2 à 150.000 p/s. Un amplificateur à deux étages donne une amplification linéaire entre 10 p/s et 1 million de p/s. La tension anodique de l'étage amplificateur d'entrée est stabilisée au moyen d'un tube au néon Philips 7475. L'amplification totale de plus de 1.600 fois, peut être réglée en trois échelons à l'aide du commutateur de sensibilité incorporé. La sensibilité totale de l'appareilest de 6 mV eff par cm. de hauteur d'image. En déconnectant le potentiomètre d'entrée, l'impédance est de 1 mégohm et la capacité d'entrée est d'environ 12 µµF. A l'aide d'un panneau de connection spéciale disposé à l'arrière de l'oscillographe, il est possible d'effectuer des mesures sur des fréquences très élevées de l'ordre de 60 mégahertz (5 m.).

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser au Département Appareils de mesures de la S. A. Philips, 2, Cité Paradis, Paris. Taitbout 69-80.

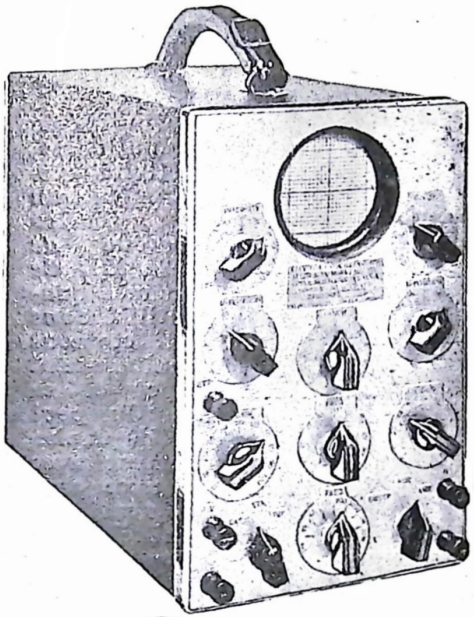
Les Oscillographes Radiophon

La Société *Radiophon* est l'agent exclusif pour la France des Laboratoires Allen B. Du Mont, *seule* firme américaine spécialisée dans l'oscillographe cathodique.

De ce fait, elle peut mettre à la disposition des techniciens de la Radio une gamme très complète d'oscillographes et accessoires.

Tous les oscillographes cathodiques de Du Mont bénéficient des grands perfectionnements apportés dans leur construction et diffèrent surtout par le diamètre de l'écran du tube utilisé.

Nous en relevons particulièrement *l'Oscillographe 164,* une toute dernière création de Du Mont. La perfection de cet appareil réside déjà dans le tube de Du Mont dont il est équipé. L'écran de 76 m/m. possède une fluorescence verte et est caractérisé par sa luminosité et sa faible inertie. Le spot très fin est uniforme sur toute l'étendue de l'écran. Les boutons de centrage du spot se trouvent sur le panneau avant. D'ailleurs, les boutons de commande sont exécutés en deux couleurs, ce qui permet de sélectionner rapidement ceux dont le réglage peut être fait une fois pour toutes (intensité lumineuse, concentration du faisceau électronique, etc.). Des bornes spéciales sont prévues, reliées directement aux plaques horizontales et verticales, pour permettre une multitude de combinaisons: mesure de tension et d'intensité, comparaison des fréquences, étude détaillée de modulation, etc., etc...



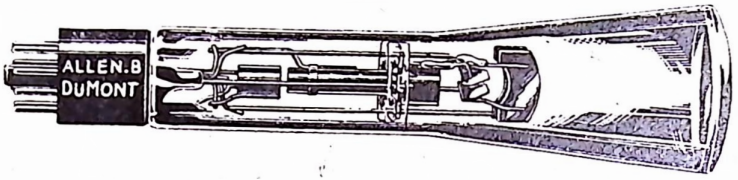
Le circuit de balayage est constitué par un thyratron du type 885 et une penthode à courant constant. Sa fréquence peut varier de 15 à 40.000 Hz. Les réglages de la fréquence et de l'amplitude du balayage sont complètement indépendants. Innovation remarquable, le balayage peut être amplifié, ce qui produit le même résultat que si le circuit balayage voyait sa fréquence maximum passer de 30.000 à 150.000 Hz. En particulier cet artifice permet soit d'étudier en détails une faible portion de courbes, soit d'étudier complètement les hautes fréquences utilisées en radio.

L'amplificateur vertical est linéaire entre 15 et 30.000 Hz. et donne un gain de 70.

Une détermination exacte des phénomènes peut être faite grâce à une échelle calibrée amovible devant l'écran.

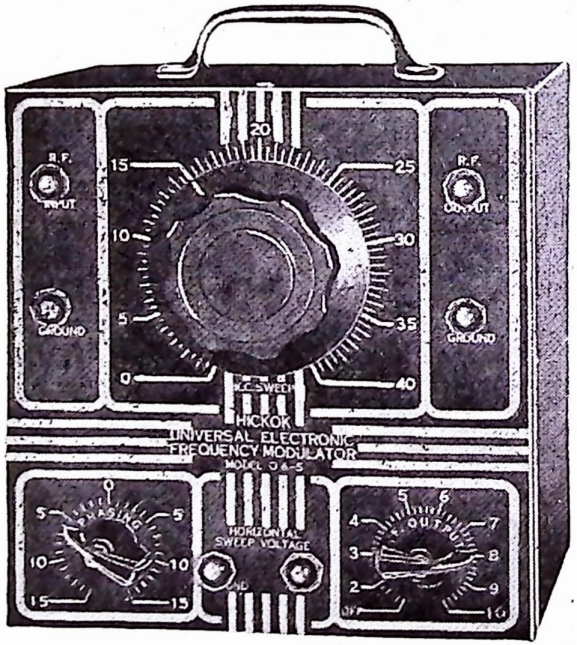
Citons encore parmi d'autres perfectionnements de l'appareil : suppression de la ligne de retour par modulation de la lumière.

Pour éviter l'interaction des différents circuits et pour obtenir un tracé brillant, les circuits d'alimentation du tube (1125 V.) et des organes annexes (415 V.) sont complètement séparés.



Complément indispensable de tout oscillographe, le *modulateur électronique de fréquence* OA 5 s'adapte à n'importe quel oscillateur débitant au moins 50 mV et délivre une tension de sortie réglable de 10 mV à 1 V. Il peut fournir lui-même une tension de balayage de 60 V environ ce qui permet (pratiquement dans tous les cas) de balayer horizontalement tout l'écran de l'oscillographe sans utiliser les amplificateurs de celui-ci.

La modulation électronique permet d'obtenir un balayage uniforme en fréquences de 0 à 40 kHz. Grâce à cette répartition uniforme, seul il permet de relever exactement des courbes de sélectivité, etc.



Pour monter soi-même un oscillographe, on se servira *du tube cathodique de 5 m/m. du type 24 XH. Ce* tube possède les mêmes qualités que le tube utilisé dans l'oscillographe 164, et nous signalerons particulièrement sa finesse du spot et sa grande robustesse. On peut réaliser un oscillographe cathodique simplement avec 400 V. D'ailleurs avec chaque tube est fourni un schéma très détaillé comprenant les valeurs des différents éléments.

Indépendamment des oscillographes cathodiques, *Radiophon* a sélectionné un choix très varié d'appareils de mesures américains, sans jamais dépasser la limite au delà de laquelle il n'est plus possible de garantir un pourcentage bien déterminé de précision. Il a été tenu compte dans cette sélection du désir de vulgariser des appareils de mesure de haute qualité.

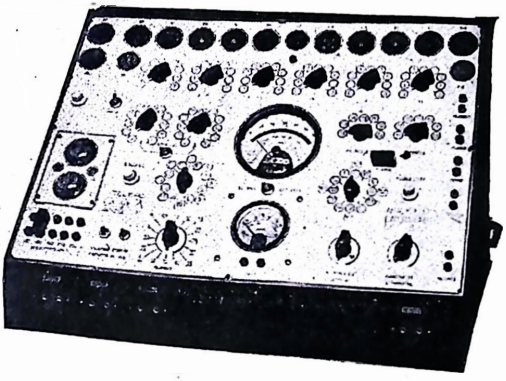
La Société *Radiophon* se fera un plaisir d'adresser gracieusement sur simple demande différentes notices et documentation sur ses appareils.

Société *Radiophon*, 50, Faubourg-Poissonnière, Paris (Prov. 52-04).

ANALYSEUR DE LABORATOIRE U-38

Réunir dans un seul appareil la presque totalité des contrôles et des mesures nécessaires pour le dépannage et la mise au point des récepteurs, telle est l'idée qui a présidé à la conception de l'Analyseur de Laboratoire *U-38* récemment créé par *Cartex*. Présenté sous la forme très pratique de pupitre, entièrement alimenté par le secteur alternatif, cet appareil permet la vérification et la mesure des lampes, toutes les mesures de tensions, d'intensités, de résistances, de capacités, la vérification des circuits; il sert encore d'alimentation complète et de dévolteur-survolteur pour le réglage de la tension du réseau. L'appareil est équipé d'un milliampèremètre de haute précision à cadre mobile et d'un milliampèremètre pour courant alternatif.

En tant que lampemètre très complet, il est équipé de 13 supports de lampes convenant à tous les types des tubes électroniques existant jusqu'à présent (y compris les valves, les lampes combinées et les indicateurs cathodiques d'accord). Deux emplacements sont, en outre, réservés pour des supports qui pourraient être créés dans l'avenir. Un système de 6 sélecteurs permet de brancher instantanément les tensions nécessaires aux électrodes de chaque modèle de lampe (5 tableaux de tous les types de lampes joints à l'analyseur indiquent pour chaque lampe, les positions des sélecteurs). Chacune des



Remarquer la disposition rationnelle de tous les organes de commande

tensions est individuellement réglable à l'aide de l'un des 5 commutateurs prévus à cet effet. L'alimentation comporte 2 redresseurs distincts assurant l'indépendance totale des tensions.

L'appareil permet de vérifier tout d'abord l'isolement des électrodes, les unes par rapport aux autres, à l'aide de six essais simultanés avec une lampe témoin au néon. Pour chaque lampe, on peut ensuite mesurer le courant de plaque, l'émission électronique, la pente, déterminer les caractéristiques optima de fonctionnement, vérifier le vide, ainsi que l'isolement à chaud entre cathode et filament (essai extrêmement important, puisqu'il arrive souvent que l'isolement entre filament chauffant et cathode, parfait à froid, devient défectueux lorsque la lampe est en service).

Comme indiqué plus haut, l'analyseur permet de mesurer les *intensités continues* avec 3 sensibilités (1, 6, 60 mA); les *tensions continues* (sensibilités: 6, 60, 600 V), et cela avec une résistance de 1.000 ohms par volt; les *tensions alternatives* (50, 250, 500 V); les *résistances de* 20 ohms à 20.000 ohms et de 20.000 ohms à 2 mégohms; les *capacités* de 0,01 à 1 microfarad.

L'adjonction des deux cordons vérificateurs permet de « sonner » des circuits, afin d'en vérifier la continuité ou au contraire, de déceler des courts-circuits. Des tensions polarisées permettent également la vérification des condensateurs électrolytiques ou électrochimiques.

Enfin, toutes les tensions de plaque, d'écran, de polarisation et de chauffage peuvent être prises sur des douilles disposées sur le bord droit du pupitre et peuvent être utilisées pour l'alimentation des maquettes en étude ou d'autres appareils de mesure. Etant *individuellement réglables,* l'usage de ces tensions constitue souvent une possibilité précieuse.

Conçu et réalisé avec un soin infini, l'Analyseur de Laboratoire *U*-38 a sa place tout indiquée dans tout laboratoire d'étude et de dépannage, où les services qu'il rend en amortissent bien vite son prix, par ailleurs étonnamment modique pour un appareil de cette qualité.

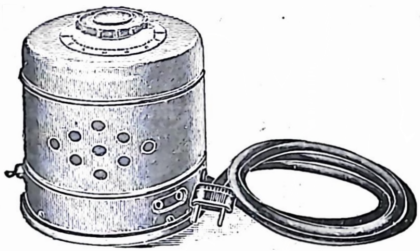
Cartex construit également un lampemètre de service présenté en valise et un petit contrôleur universel.

CARTEX, 6 bis, Rue de la Paix à Annecy (Haute-Savoie)

L'ALTERNOSTAT

(FERRIX)

Peu d'instruments auxiliaires se révèlent aussi utiles dans un atelier ou laboratoire de T.S.F. que l'*Alternostat*. Cet appareil permet de faire varier la tension du courant alternatif d'une façon pratiquement continue (en fait, de 1/4 en 1/4 de volt) et cela aussi bien pour l'abaisser que pour l'élever. Ainsi, dans le cas d'un secteur de 110 V, l'*Alternostat* permet-il de disposer de toutes les tensions comprises entre 0 et 150 V. (et 0 et 300 V en cas de secteur 220 V).



L'*Alternostat* se compose d'un auto-transformateur à enroulement toroïdal avec curseur parcourant tout l'enroulement spire par spire. On obtient ainsi un rendement excellent, alors qu'en abaissant la tension à l'aide d'un rhéostat l'on disperse en pure perte de l'énergie que la compagnie d'électricité ne manque pas de facturer.

A lui seul, *l'Alternostat* remplace donc une infinité de transformateurs de tous les rapports possibles. Son utilité s'avère dans tous les cas où l'on a besoin de disposer d'une tension alternative déterminée:

— Etalonnage d'instruments de mesure (voltmètres pour courant alternatif, voltmètres à lampes, milliampèremètres pour alternatif, etc.).

— Lampemètres (l'*Alternostat* fournissant les différentes tensions de chauffage exigées par les divers modèles de lampes).

— Essais de stabilité en fonction des variations du secteur (variation de l'étalonnage des appareils de mesure équipés de lampes en fonction des variations du secteur, par exemple stabilité de la fréquence d'une hétérodyne, etc.).

— Essais de consommation d'un récepteur sous différentes tensions du secteur.

— Essais de robustesse pour des surtensions.

Etc., etc...

Sur des secteurs instables, l'emploi de l'*Alternostat* combiné avec un voltmètre pour alternatif s'impose dans les fonctions de survolteur-dévolteur à variation progressive.

Il existe, suivant l'intensité du courant débité, cinq modèles d'*Alternostat:* 1 ampère, 2,5 ampères, 5 ampères, 15 ampères, 25 ampères.

Pour les usages courants de radio-électricité, nous recommandons le modèle de 2,5 ampères.

L'*Alternostat* peut, d'autre part, être utilisé comme self-induction variable. En effet, le nombre de spires comprises entre les douilles de sortie est continuellement réglable par le curseur. On peut donc l'utiliser dans un pont de mesure comme étalon de self-induction ou encore comme self-induction de filtrage réglable.

On voit que le nombre d'applications de l'*Alternostat* est pratiquement illimité et son utilité s'avère à l'usage toujours plus grande.

■

FERRIX, 98, Avenue Saint-Lambert - Nice

ONDEMÈTRES, MILLIWATTMÈTRES ET CAPACIMÈTRES BIPLEX

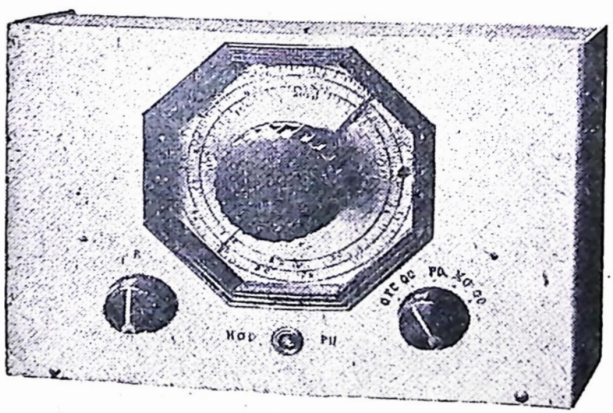
Dix-huit ans d'expérience dans le domaine des appareils de mesure, des milliers d'appareils en service permettent aux Etablissements Bouchet et C° de mettre à la disposition aussi bien des techniciens, dépanneurs, metteurs au point, petits artisans, qu'ingénieurs spécialisés, tous les appareils dont on peut avoir besoin pour les études, les mesures, le contrôle des fabrications, etc.

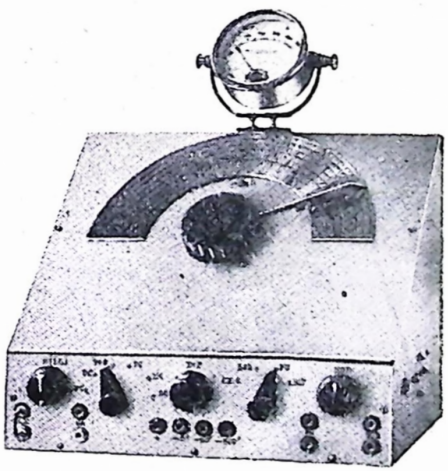
Les caractéristiques essentielles de ces fabrications sont tout d'abord leur grande précision et leur présentation industrielle. Ces appareils ont été étudiés pour rendre le plus de services possibles par leur conception ingénieuse et par leur simplicité d'emploi.

L'Ondemètre S. Toutes Ondes peut être utilisé soit en tant que générateur d'onde entretenue ou modulée, couvrant en 6 gammes de 15 à 3.000 mètres. Il permet d'autre part la mesure des capacités de 0 à 50/1000e de microfarad faite en HF, c'est-à-dire dans les conditions d'emploi. Une graduation spéciale sur le cadran permet une lecture directe en microfarad. L'appareil sert également de comparateur de bobinages et de volmètre amplificateur dans ses multiples utilisations. L'appareil de mesure peut être utilisé séparément et peut également servir de voltmètre et d'ohmmètre.

Par la multiplicité de ses combinaisons, cet appareil constitue un outil de laboratoire indispensable pour les dépanneurs et les constructeurs.

Ondemètre TC. Toutes Ondes. — Cet ondemètre hétérodyne fonctionne directement sur tous secteurs, continu ou alternatif, de 100 à 250 V. et couvre entièrement la gamme des 14 à 3.000 mètres de longueur d'ondes. Le signal est disponible en onde entretenue pure ou modulée; on dispose d'autre part extérieurement de la modulation BF. Par son faible encombrement et son poids réduit, ainsi que par l'étalonnage direct du cadran, cet appareil sera le compagnon fidèle du dépanneur dans ses déplacements et l'ami du metteur au point à l'atelier.





Ondemètre hétérodyne Biplex octode. — L'appareil se présente comme le modèle S, sous la forme pupitre et est muni d'un grand cadran de 250 m/m. de diamètre. Il couvre en 6 gammes de 15 à 3.000 mètres et présente les particularités suivantes : 1°) Couplage électronique. Ce couplage est rigoureusement indépendant de la fréquence et permet une grande précision de l'étalonnage; 2°) Atténuateur électronique, extrêmement progressif et efficace; 3°) Profondeur de modulation variable par variation continue de 0 à 100 % sans variation de fréquence; 4°) Fréquence de modulation variable. La fréquence de modulation peut être variable par étape et d'une manière continue entre ces différentes étapes. Elle est également disponible extérieurement et peut servir pour les études des étages BF, tracés de courbes de fidélité, mesures au pont, etc.

C'est un des rares appareils permettant une étude complète d'un récepteur moderne pour les nouvelles conditions de réception : recherche de grande fidélité, sélectivité poussée, grande profondeur de modulation du poste émetteur, etc.

Milliwattmètre modulé Biplex. — Modèle MW5. Ce petit modèle possède un cadran de 60 m/m. étalonné directement et permet de mesurer avec précision des puissances de 1 à 5 W. modulés en 3 sensibilités. On dispose de 4 impédances de charge permettant des combinaisons multiples, c'est-à-dire l'adaptation optimum pour chaque lampe de sortie.

Biplex MW 50. — Ce grand modèle est muni d'un cadran de 80 m/m. de diamètre et permet de mesurer en 4 sensibilités de 0 à 50 W. modulés, c'est-à-dire aussi bien la puissance d'un récepteur faible que la puissance d'un gros ampli. L'entrée comporte trois douilles correspondant aux deux plaques de lampe d'un push-pull et au point milieu. Deux boutons permettent d'obtenir instantanément et séparément pour chacun des deux circuits l'impédance désirée.

Ces deux appareils sont indispensables pour le réglage des récepteurs, pour le contrôle de sensibilité et sélectivité, pour relever des courbes de fidélité, de sensibilité et de sélectivité du récepteur, ainsi que le calibrage exact des montages push-pull.

Capacimètre Biplex SC. — Ce capacimètre permet l'étalonnage et la vérification industrielle des faibles capacités. Il mesure en 3 sensibilités de 0 à 20.000 cm. La graduation est établie en centimètre et en millimicrofarad. Il permet en outre de déceler les pertes en HF.

Capacimètre Biplex CR. — Celui-ci est destiné principalement à la vérification de la valeur et de la qualité des condensateurs électrolytiques de filtrage et de découplage. Il donne en lecture directe la capacité entre 20/1.000e et 50 µF. des condensateurs tant au papier qu'électrolytiques. Il indique en outre le facteur de puissance (cos φ) entre 0,01 et 0,8 environ pour une fréquence de 100 périodes par seconde (fréquence d'emploi des condensateurs de filtrage). En tant qu'ohmmètre, il permet la vérification des résistances entre 0 et 50.000 ohms.

« La qualité Biplex » est « la perfection dans le contrôle ».

Les Etablissements *H. Bouchet et Cie*, 30 *bis*, rue Cauchy, Paris (XVe), Tél. Vaugirard 45-93, enverront sur demande leurs catalogue et notices.

Les Appareils de Mesure Sonial

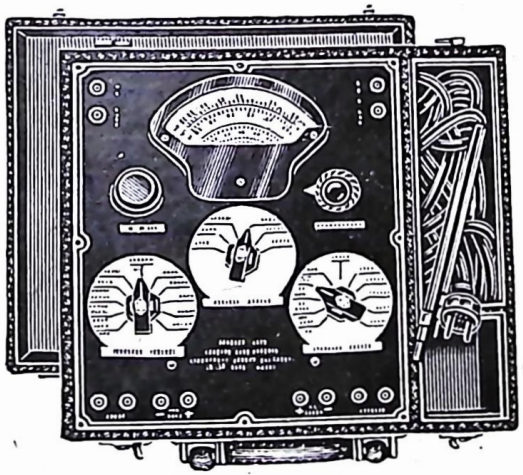
Il est assez rare de trouver des appareils de mesure de *précision* qui conviennent parfaitement aux besoins de *l'industrie*. Les qualités qu'on leur demande sont multiples : précision, sensibilité, la plus grande étendue de mesures possible, mais aussi faible encombrement, grande robustesse mécanique et rapidité et simplicité d'emploi.

Ce sont là les caractéristiques du DEPENDABLE MULTITESTER et du MASTER MULTITESTER de la *Radio City Product*. Ces appareils constituent de véritables laboratoires ambulants qu'un dépanneur ou metteur au point peut emporter n'importe où, soit en le portant à la main dans une élégante mallette dans laquelle une place est prévue pour les cordons et accessoires, soit en le transportant sans précautions spéciales par tous les moyens de locomotion.

Modèle 409. — L'appareil utilisé est un galvanomètre type d'Arsonval, muni d'une grande échelle de lecture (127 mm.). La résistance interne de l'appareil est de 2.000 ohms par volt en continu et 1.800 ohms par volt en alternatif. Cela permet de mesurer sans erreur appréciable des tensions écran, tension plaque préamplificatrice BF, etc. Pour les mesures en alternatif on utilise le redressement par une diode permettant ainsi d'avoir la même échelle linéaire en continu et en alternatif. D'autre part, on aura la même précision pour toutes les fréquences allant par exemple de 50 à 20.000 Hz. Pour la mesure des tensions, on dispose de 5 sensibilités allant de 0 à 1.000 volts. Pour la mesure des intensités, 5 sensibilités de 0 à 5 ampères. La première sensibilité est de 0 à 500 mA et permet ainsi de mesurer le courant diode, le courant-grille oscillatrice, etc. Pour la mesure des résistances on dispose de 4 sensibilités allant de 0 à 7,5 mégohms. Avec la première sensibilité on peut mesurer des valeurs de l'ordre des fractions d'un ohm.

Modèle 410. — Il comporte toutes les qualités du modèle précédant et permet en plus une étendue de mesures plus grande. Pour les mesures de résistance on dispose de 6 sensibilités allant de 0 à 40 mégohms. On peut également mesurer des capacités de 0 à 300 µF en 5 sensibilités. Pour la mesure de self-induction on dispose de 6 sensibilités, de 0 à 10.000 H; en plus on peut mesurer l'affaiblissement et l'amplification de — 15 à + 40 décibels.

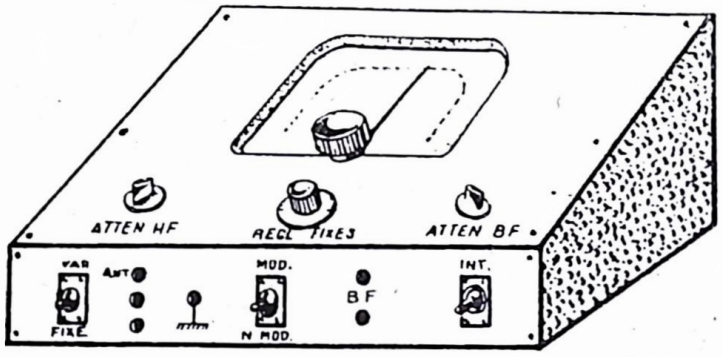
Les Etablissements *Sonial* fournissent sur simple demande la documentation concernant ces deux appareils. *Sonial*, 11, rue de Madrid, Paris (8e). Tél. Laborde 70-63.



HÉTÉRODYNE MODULÉE LEGRAND A POINTS FIXES

Nous avons vu qu'il est absolument nécessaire d'avoir pour la mise au point, alignement et dépannage des récepteurs une hétérodyne de mesure.

Les exigences de sélectivité, de musicalité d'un récepteur dues aux nouvelles conditions de réception (nombre toujours croissant des émetteurs et leur surpuissance) rendent impossible à l'artisan, dépanneur, metteur au point et amateur un travail quelconque sans hétérodyne.



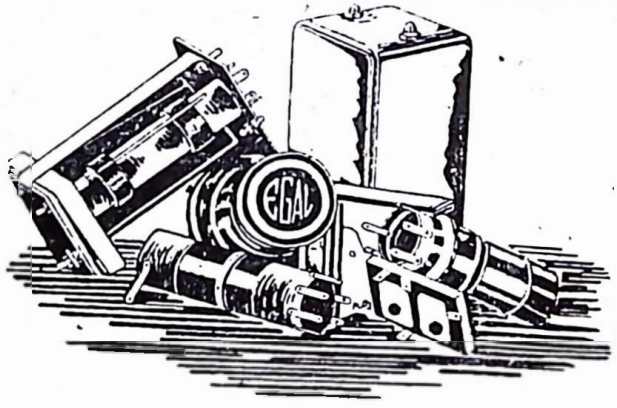
Les Etablissements A. Legrand, grands spécialistes des bobinages de précision, ont réalisé dans cet ordre d'idée une hétérodyne qui correspond à toutes les exigences de mise au point. En effectuant l'alignement d'un châssis on a besoin d'un bon nombre d'émissions de fréquences différentes. On est alors obligé de tourner le bouton du contacteur pour les changements de gamme, et ensuite de faire faire à l'aiguille du démultiplicateur de multiples promenades le long du cadran. Que de temps perdu ! Et puis encore un inconvénient, l'étalonnage des hétérodynes correspond à la position de l'aiguille du démultiplicateur exactement en face du trait correspondant. Dans les appareils sans miroir il se produit des erreurs dues au « parallaxe », et même avec le démultiplicateur précis, l'ajustage est long et oblige l'opérateur à se pencher au-dessus de l'appareil. L'hétérodyne à points fixes Legrand permet par un simple jeu du commutateur d'avoir toutes les fréquences utiles et nécessaires déterminées d'avance.

Présentée dans un élégant coffret, cette hétérodyne trouve aussi bien sa place dans un laboratoire d'essais que dans un modeste atelier de dépanneur.

Parmi les autres caractéristiques, citons la possibilité d'avoir une variation progressive de fréquences. En effet, un inverseur permet de passer de la position points fixes à la position condensateur variable. Le signal HF en modulé ou pur est disponible sur 3 sorties, une correspond au signal fort, une autre au signal faible et une troisième à l'antenne fictive qui se trouve à l'intérieur du coffret et qui est spécialement blindée. Le signal BF est disponible entre deux bornes séparées. Particularité intéressante: un atténuateur spécial permet de doser ce signal, ainsi l'utilisation de l'appareil est d'une extrême souplesse pour les mesures au pont, vérification des condensateurs, essais des étages BF, etc. La lecture est facilitée par une inclinaison du panneau avant.

Les Etablissements A. Legrand se feront un plaisir d'adresser sur simple demande tous les renseignements supplémentaires, ainsi que la documentation sur leurs bobinages spéciaux pour superhétérodyne.

(Etablissements A. Legrand, 22, rue de la Quintinie, Paris, 15e; tél. Lecourbe 82-04.)



Les Instruments de Mesure Leland

Parmi les multiples instruments de mesure de précision importés par *Leland Radio Import C°*, nous en relevons deux, particulièrement intéressants, qui constitueront la base de tout atelier ou laboratoire.

L'Unimètre Type 85, un instrument perfectionné, précis, mais en même temps simple et robuste. En voltmètre courant continu ou alternatif on mesure de 0 à 750 V .en trois sensibilités. En milliampèremètre courant continu, on mesure des courants de 0 à 150 mA. en trois sensibilités. Pour la mesure des résistances et la vérification des circuits « point à point », l'appareil sert d'ohmmètre et peut mesurer en trois sensibilités de 100 ohms à 2 mégohms. Pour la mesure des condensateurs au papier et au mica, de 1.000 µµF à 0,2 µF. En outre, il sert de voltmètre de sortie. Une simple commutation suffit pour choisir la gamme.

L'appareil de mesure utilisé est un microampèremètre d'Arsonval monté sur saphir. La résistance interne de l'appareil est de 1000 ohms par V. et la précision de l'étalonnage est inférieure à 2 %.

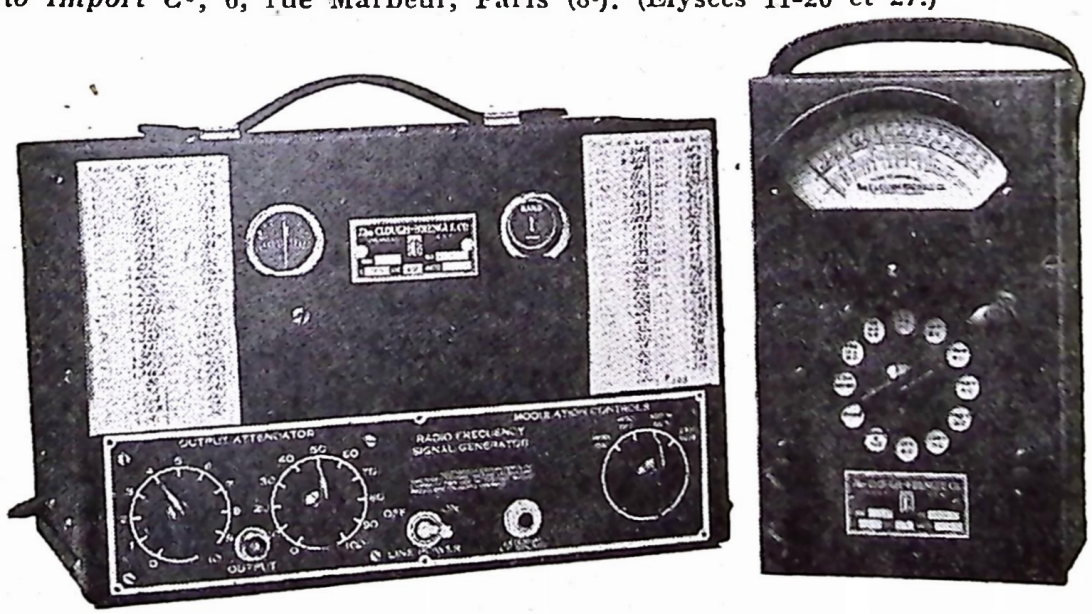
Le nouvel *Oscillateur HF Type Oca* est la pierre de touche de l'équipement. Il couvre en 5 gammes progressivement et sans trou la gamme de 30 MHz à 100 kHz, c'est-à-dire de 10 à 3.000 mètres en ondes fondamentales et sans utilisation d'harmoniques. Des réglages jusqu'à 60 MHz (5 m.) peuvent être effectués en utilisant l'harmonique 2. On dispose soit de l'onde entretenue pure, soit modulée à 400 Hz ou modulée de l'extérieur. La BF (400 Hz) est également disponible extérieurement.

C'est dans la construction de cet appareil que réside sa perfection. Pour couvrir cinq gammes, on utilise 5 bobines entièrement blindées, étalonnées séparément et montées sur un plateau tournant. Les extrémités des bobines viennent successivement en contact avec des frotteurs établissant les connexions. Cette disposition supprime le commutateur d'ondes et les capacités parasites des fils qui s'y rattachent. Chaque bobinage est imprégné d'un vernis spécial dit « tropical », qui met l'étalonnage à l'abri de toute action de la chaleur et de l'humidité.

Quand on utilise le signal BF seul, la sortie s'effectue également sur le câble et l'affaiblisseur permet de doser le signal, et rend souples toutes les applications particulières.

La précision de l'étalonnage est constante sur tous points d'une gamme et varie de 0,5 % en ondes moyennes et de 1 % en ondes courtes. La précision de la lecture est grandement facilitée par l'emploi d'un cadran micrométrique. Outre ces deux appareils, *Leland Radio Import C°* possède un ensemble d'appareils tels que oscillographes cathodiques, voltmètres à lampes, oscillateurs BF, Qmètres, etc., répondant à tous les besoins et pouvant constituer l'équipement complet de laboratoires et usines.

Pour les renseignements supplémentaires et notices, on s'adressera à *Leland Radio Import C°*, 6, rue Marbeuf, Paris (8e). (Elysées 11-26 et 27.)



RÉSISTANCES ET OUTILLAGE BARINGOLZ

Dans la réalisation des appareils de mesure décrits dans cet ouvrage, on a besoin d'un bon nombre de résistances étalonnées avec précision, d'une exécution robuste. On les trouvera aux Etablissements *M. Baringolz,* licencié ès sciences, ingénieur E. S. E., qui fabrique des résistances spéciales pour appareils de mesure étalonnés à 1 %. On pourra déterminer exactement les valeurs et faire des études et mises au point de toutes applications spéciales grâce au RADIO-RESISTANCE CONTROLE et RADIO-CAPACITE-CONTROLE. Ces appareils permettent d'obtenir toutes les valeurs des résistances ou capacités et constituent un complément indispensable d'un pont de mesure. Grâce à ces appareils, on peut établir exactement la valeur d'un pont d'alimentation, d'une résistance de polarisation, etc....

Pour l'équipement de l'atelier, on trouve une série d'appareils aussi ingénieux qu'utiles. Tout d'abord un ECONOMISEUR DE COURANT qui permet d'avoir toujours un fer chaud sous la main et diminue sensiblement la consommation de ce dernier. C'est également dans ce sens qu'a été conçu le FER A SOUDER. La panne de ce fer est rendue solidaire du manche au moyen d'un tube isolant rigide qui calorifuge l'appareil et en même temps canalise la chaleur vers la panne. Le rendement se trouve amélioré par suite de la diminution de pertes latérales. A température égale de la panne, la consommation du fer est donc plus faible.

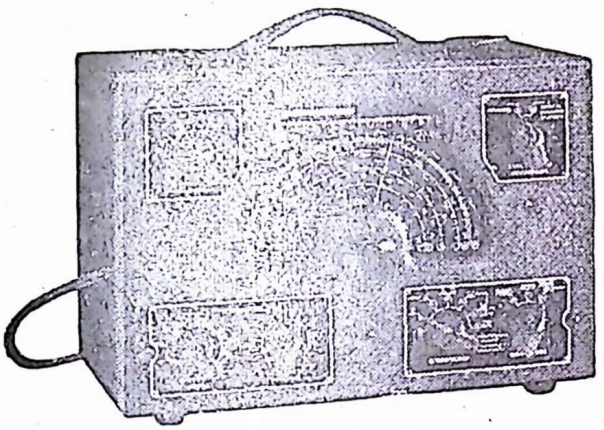
Le travail avec le fil à brins divisés constitue la bête noire du serviceman. On ne saurait ainsi se passer dans un atelier, pour les travaux sur les bobinages du BRULEUR DE GUIPAGE POUR FILS ISOLES et de l'APPAREIL POUR ETAMER (bain de soudure). Enfin, un appareil à cire fondue doit parfaire cette installation qui permet de liquéfier les isolants tels que la paraffine ou la cire, etc., et les maintenir à une température constante, relativement élevée.

Pour toutes les applications, on consultera utilement les Etablissements *M. Baringolz,* 103, boulevard Lefebvre, Paris (15e). Vaugirard 00-79.

UNIVERSAL RADIO TESTER (Voltadyne)

Cet intéressant appareil de mesures et d'alignement se compose d'une hétérodyne modulée de précision, d'un output-meter sensible et d'un dispositif permettant de mesurer des capacités et des résistances et de vérifier la continuité des différents circuits.

L'hétérodyne couvre sans trous toutes les longueurs d'ondes de 8 à 3.000 m., réparties en 6 gammes. Le grand cadran est étalonné en mètres, ce qui, en Europe, est tout à fait logique, puisque les récepteurs qu'il permet d'aligner sont, eux aussi, étalonnés en mètres. Seule la gamme correspondant à la moyenne fréquence est étalonnée en kilohertz. Des repères fixes sont prévus pour les deux valeurs de M. F. suivant la normalisation du S. P. I. R., ainsi que pour les fréquences habituellement utilisées pour l'alignement des circuits H.F. Ce sont là de petits détails qui facilitent énormément le travail. La stabilité de l'hétérodyne est telle que 20 % de variation de la tension du secteur produisent sur 210 m. une variation de fréquence de 1 pour 1.000. Le signal H. F. peut être modulé soit par l'oscillateur B. F. à 400 hertz (30 %), soit par un pick-up extérieur; dans ce dernier cas, l'oscillatrice B.F. se transforme en amplificatrice de la modulation.



Avant d'aboutir à l'antenne artificielle, le signal passe par un atténuateur à deux étages dont le premier sert à dégrossir et le deuxième à fignoler la puissance de sortie. Avec l'atténuateur à 0, le rayonnement à l'extérieur est nul, puisque l'appareil est contenu dans un coffret en aluminium fondu de 3 mm. La tension H.F. maximum est de l'ordre de 100 mV.

La partie supérieure de l'appareil est occupée par un tube au néon gradué de 9 cm. qui sert d'output-meter très sensible. Quelles que soient les tensions de sortie, un réglage préalable de la tension appliquée permet de placer le tube au néon dans les conditions optima de sensibilité. Ce même tube au néon, se trouvant alimenté par une tension alternative de 200 volts, permet de vérifier des résistances de 2.000 ohms à 2 mégohms, et des condensateurs de 5.000 micro-microfarads à 1 microfarad. Grâce à deux cordons souples terminés par des pointes, on peut, en outre, vérifier la continuité des différents circuits d'un récepteur à dépanner.

On voit que cet appareil portatif, présenté dans sa valise en cuir Salpa, pouvant être alimenté par tous les secteurs alternatifs, constitue un instrument de dépannage très complet, aux possibilités multiples et remplaçant à lui tout seul tout un ensemble d'instruments divers.

(Société *Voltadyne*, 16 et 18, rue des Mariniers, Paris, 14e.)

(En Belgique: *R. de Schepper*, 71, avenue Coghen, Uccles-Bruxelles.)

INSTRUMENTS DA ET DUTILH

RADIO DÉPANNEUR MOVAL VI Bis

Effectue toutes les opérations de contrôle pour le dépannage : vérification des lampes, mesure des intensités, tensions, résistances et capacités. - Fonctionne en outputmeter.

OSCILLATEUR ET GÉNÉRATEURS

Oscillateurs OSMO A-4. Toutes ondes de 10 m. à 3.000 m. - Blindages efficace - lecture directe sur cadran de grande dimension.

Générateurs H. F. étalonnés en Microvolts et à taux de modulation mesurable et réglable à 30 %.

Générateurs B.F.

PUPITRE DE DÉPANNAGE

Ensemble Dépanneur Lampemètre dynamique. - Exécute toutes les mesures et contrôles du dépannage.

CONTROLEUR UNIVERSEL VAFO

Ampèremètre - Voltmètre - Capacimètre - Ohmmètre - Courants continu et alternatif - 32 sensibilités 6 Echelles - 4.000 Ω par volt - lectures directes.

VOLTOHMMÈTRE VOLO

L'instrument minimum du radio dépannage - Voltmètre continu et alternatif - Outputmeter - Ohmmètre Capacimètre.

MILLIAMPÈREMÈTRES UNIVERSELS

Série d'instruments permettant avec des éléments standardisés d'établir des appareils de types variés.

ATELIERS DA ET DUTILH

81, Rue Saint-Maur - PARIS XI[e]

Téléph. : ROQUETTE 33-42

Le Matériel des Etablissements Neumann

Dans ses déplacements, le serviceman constatera plus d'une fois qué les récepteurs sont mal installés. Or, un poste vaut ce que vaut l'installation. Le client constatera lui-même une différence sensible. Les Etablissements *A. Neumann* ont étudié et mis au point toute une série d'antennes intérieures sous le double point de vue de rendement et de facilité d'installation. Des modèles spéciaux ont été créés en outre pour favoriser la réception des ondes courtes.

Dans des cas particulièrement difficiles, on utilisera des antennes extérieures avec descente blindée. Là encore, les Etablissement Neumann fournissent le nécessaire. En plus de leur matériel d'installation comme câbles, isolateurs, interrupteurs, fiches, prises de courant, etc., on y trouve les accessoires dont on aura besoin pour la confection des appareils de mesure, comme par exemple: inverseurs, interrupteurs, plaquettes, supports, cordons secteur, etc.

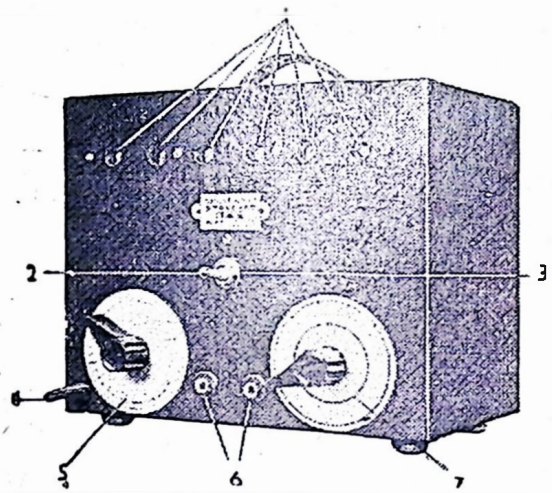
Pour l'équipement d'un atelier ou d'un laboratoire on y trouve encore des jeux complets de clefs à tubes, de séries de tournevis de toutes dimensions, des pinces coupantes, des pointes à tracer, etc.

Mais il faut signaler surtout parmi ces outils des tournevis à trimmer. Ce tournevis doit en effet présenter les qualités suivantes: lame métallique la plus courte possible, manche en matière isolante, le tout très robuste. Dans le tournevis à trimmer Neumann la lame a été réduite à ses proportions minima, en acier spécial, elle est d'une robustesse parfaite, on peut s'en servir même pour dévisser des vis complètement bloquées. Solidement moulée dans le manche, elle ne bouge pas et ne se déforme pas malgré de grands efforts. Le manche lui-même en ébonite est très rigide et long: il est alors possible d'accéder partout pour le réglage des trimmers.

Que ce soit pour la réalisation des appareils de mesure ou pour l'équipement de l'atelier, on consultera utilement les Ets *A. Neumann*, ingénieur, 25, rue d'Hauteville, Paris. Pro. 07-25.

L'Autorégleur Standard Itax

Si l'étude approfondie de montages et les recherches de laboratoire nécessitent l'emploi de générateurs H. F. coûteux d'un maniement souvent compliqué, le travail courant d'alignement, de dépannage et de mise au point peut être effectué avec une hétérodyne très simple. La simplicité — qui n'exclut nullement la précision ni la constance d'étalonnage — devient une qualité précieuse lorsqu'elle rend la manœuvre de l'appareil plus rapide. Tel est le cas de l'Autorégleur Standard conçu et réalisé par le grand spécialiste de bobinages *Itax*.



1. *ajustables à air* - 2, 3. *bouton « Fort-Faible »* - 4. *cordon secteur.* - 5. *atténuateur,* - 6. *sortie.* - 7. *commutateur.*

Hétérodyne modulée équipée de deux 6J7, l'Autorégleur se distingue par l'absence de condensateur variable. Celui-ci est remplacé par un jeu de 6 condensateurs ajustables à air qu'un commutateur permet d'introduire successivement dans le circuit pour donner les 6 fréquences fixes suivantes : 15.790 kHz (19 m.), 6.122 kHz (49 m.), 1.400 kHz (214 m.), 600 kHz (500 m.) 472 kHz (M F. standard), 200 kHz (1.500 m.).

Ce sont ces fréquences-là qui servent à l'alignement des récepteurs, et l'Autorégleur permet de les obtenir instantanément, sans consulter les microscopiques divisions d'un cadran, sans risque d'erreur. Par ailleurs, d'autres fréquences sont disponibles pour le cas où l'on voudrait suivre en plusieurs points une courbe d'accord: les fréquences harmoniques des fondamentales indiquées ci-dessus. Ainsi la fondamentale 200 m. donne lieu à des harmoniques: 750, 500, 375, 300, 250, 214 m., etc.

L'appareil comporte un atténuateur progressif et un bouton à deux positions « Fort » et « Faible », ce qui permet de couvrir sans solution de continuité une large gamme de tensions de sortie.

La rapidité du travail, la stabilité de la fréquence aux variations du secteur, la robustesse de l'appareil insensible aux chocs, et enfin son prix vraiment populaire, voilà les facteurs qui lui assureront une large diffusion.

Pour tous renseignements et notices techniques détaillées, s'adresser aux établissements *Itax*, 14, allée de la Fontaine, Issy-les-Moulilineaux (Seine).

OSCILLATEURS ET OSCILLOGRAPHES FERISOL

Les appareils de mesure constituent, à l'heure actuelle, des outils nécessaires et indispensables, que ce soit pour la construction, la mise au point ou le dépannage. La Société *Ferisol* résout, grâce à la gamme entière de ses appareils l'équipement complet de n'importe quel atelier ou laboratoire qui se trouvent ainsi munis d'un facteur décisif sur le chemin conduisant vers la supériorité.

Spécialisée depuis longtemps dans le domaine de la haute fréquence et de la basse fréquence, constructeur de récepteurs de télévision, pionnier du bobinage à noyau magnétique la *Société Ferisol* a su résoudre scientifiquement tous les problèmes que pose la réalisation des appareils de précision.

Relevons les caractéristiques principales de ses constructions:

OSCILLATEUR HF ETALONNE. — C'est un générateur d'ondes entretenues, modulable à des taux différents, couvrant la gamme de 10 à 4.300 m en six bandes en ondes fondamentales sans utilisation d'harmoniques. La précision est constante pour tous les points de chaque gamme, l'erreur maximum est de ± 2 %. L'onde entretenue pure est produite par un étage pilote indépendant. L'oscillation basse fréquence est rigoureusement sinusoïdale, la modulation s'effectue électroniquement dans l'étage amplificateur classe C.

OSCILLATEUR BF ETALONNE. — Générateur d'onde entretenue pure à BF, à tension réglable, couvrant la gamme de 0 à 15.000 Hz. Le montage utilise deux auto-oscillateurs HF séparés, un étage mélangeur détecteur et un étage amplificateur BF. La variation de la tension résultante est de + ou — 1 décibel de 50 à 10.000 kHz.

OSCILLOGRAPHE D'ALIGNEMENT. — C'est un ensemble homogène et complet pour l'alignement et la mise au point des récepteurs. En effet, il contient une oscillatrice MF et ses circuits de couplage, une lampe de glissement à impédance variable, un pré-amplificateur suivi d'un amplificateur symétrique, l'oscillographe cathodique, sa base de temps et l'alimentation de l'ensemble. Malgré cette complexité, son emploi est des plus simples, et le travail s'effectue plus rapidement qu'avec les moyens habituels.

La *Société Ferisol* fabrique également d'autres appareils de mesures tels que voltmètres-amplificateurs de grande précision, QXmètres, etc. Pour tous renseignements supplémentaires et notices techniques, le lecteur s'adressera à la *Société Ferisol*, 9, rue des Cloÿs, Paris (18e).

Oscillateur et Outillage Dyna

Le matériel que les Etablissements *Dyna* mettent à la disposition du dépanneur et metteur au point répond à tous les besoins du travail, à l'atelier et à domicile du client.

Tout d'abord, pour l'atelier aussi bien que pour le laboratoire, on trouve, unique dans son genre, *l'Oscillateur Etalon* de 472 kHz stabilisé au quartz. Le rendement d'un poste récepteur dépend en dernier lieu de l'alignement. Pour obtenir une courbe idéale en MF, pour avoir une coïncidence exacte entre l'accord et le circuit de l'hétérodyne, il faut que les circuits MF soient exactement réglés. Un oscillateur normal avec une précision de 2 % donne un signal de 472 kHz avec une indécision de 18 kHz. Dans ces conditions, la construction, le réglage et l'alignement rapides des MF sont impossibles à effectuer rationnellement. L'oscillateur étalon *Dyna* résout radicalement ce problème, puisqu'il peut être équipé avec un quartz approché à + ou — 100 Hz !

Pour le montage, dépannage, etc., on se servira du « berceau de montage » qui permet de fixer n'importe quel châssis, dans n'importe quelle position, et qui, grâce à son orientabilité, facilite grandement le montage, la mise au point et le dépannage.

Parmi les outils spéciaux, signalons avant tout le si pratique *Gripp-Fil*, permettant d'établir instantanément des contacts fixes pour effectuer des mesures. Il permet d'accéder même au fond d'un châssis et laisse libres les mains de l'opérateur.

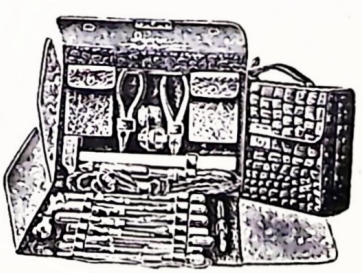
Le tournevis pour réglage de padding à manche isolé est heureusement complété d'une clef à trimmer entièrement en ébonite.

Pour les sorties du dépanneur, la TROUSSE PROFESSIONNELLE de dépannage *Dyna* s'impose. Dans une élégante serviette sont réunis tous les outils indispensables au dépanneur : fer à souder, pinces, clefs, tournevis, raccord-douille, prise de courant avec cordon, etc. Des emplacements sont prévus pour les appareils de mesure et les pièces de rechange. Le tout ne pèse que 2,6 kg. Un modèle réduit avec 18 outils ne pèse que 750 grammes.

Pour tous renseignements et notices, le lecteur s'adressera aux bons revendeurs de T. S. F. sérieux, ou à défaut, aux Etablissements *Dyna*, 34-36, avenue Gambetta, Paris (20e). Roq. 03-02.

Berceau de montage

Trousse professionnelle



Clés à tubes

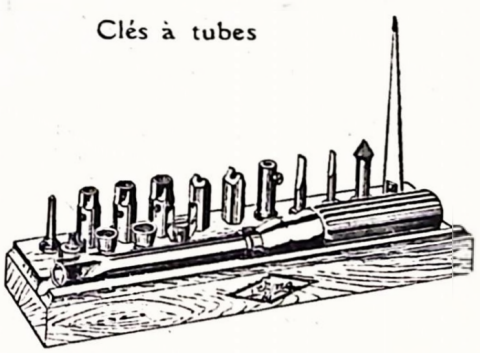


TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS 5
AVANT-PROPOS A LA DEUXIÈME ÉDITION 8
Instruments de mesure 9
Construction d'un appareil de mesure universel .. 19
Mesures en alternatif 27
Causes d'erreurs dans les mesures 30
Construction et étalonnage d'une hétérodyne 35
Antenne artificielle 51
Construction d'un voltmètre à lampe 53
La vérification des lampes 61
Mesure des watts modulés :
OUTPUT-METER 67
LE DÉCIBEL 75
L'Oscillateur à basse fréquence 77
Mesure des condensateurs et des bobines à fer .. 92
Mesure des résistances :
CONSTRUCTION D'UN OHMMÈTRE 99
LES PONTS DE MESURE 104
Mesure de la consommation des appareils de radio. 107
Mise au point d'un récepteur-type 109
Table analytique pour la recherche systématique des pannes d'un récepteur 117

Exemples de cas embarrassants et leurs remèdes . 126
Le dépannage sans instruments 146
Procédés et tours de main pour dépanneurs :
SOUDURE 149
CABLAGE 150
QUELQUES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CABLAGE .. 151
RÉPARATION DES HAUT-PARLEURS 153
RÉPARATION DES PICK-UP 157
RÉPARATION DES LAMPES 160
L'oscillographe cathodique 161
Equipement normal d'un atelier de dépannage .. 181
Equipement d'un laboratoire plus complet 185
Equipement d'un laboratoire complet 188
Renseignements pratiques :
ABAQUES 189
TABLEAUX 194
FUSIBLES 206
QUELQUES FORMULES UTILES 208
La documentation du serviceman 212
Description de quelques appareils industriels 217

TOUS les techniciens,
TOUS les mois, lisent

TOUTE LA RADIO

MAGAZINE DE TECHNIQUE EXPLIQUÉE ET APPLIQUÉE

DIRECTEUR E. AISBERG

TOUTE LA RADIO publie dans chaque numéro plusieurs descriptions de récepteurs, amplificateurs, appareils de mesure, émetteurs, etc. avec schémas, photographies et plans de connexions. Tous ces appareils sont préalablement construits et soigneusement mis au point. Ainsi, tout le monde peut construire avec certitude absolue de bon fonctionnement.

LES RUBRIQUES :

La technique professionnelle.
Description des montages.
La technique expliquée.
Tours de main illustrés.
L'atelier de l'amateur.
Revue de la presse étrangère.
La télévision.
Le dépannage.
Les récepteurs industriels.
Les schémas expliqués.
Les nouveaux brevets.
etc..., etc...

Possédant des correspondants dans les principales capitales d'Europe et aux Etats-Unis, recevant toutes les publications étrangères de radioélectricité, TOUTE LA RADIO est à même de documenter ses lecteurs avec le maximum de célérité et de précision sur tous les progrès de la radio et de la télévision.

Dans son laboratoire (que les lecteurs sont invités à visiter) les collaborateurs de TOUTE LA RADIO étudient et mettent au point tous les nouveaux récepteurs, émetteurs, appareils de mesure etc... décrits dans TOUTE LA RADIO.

Les abonnés reçoivent en prime

LA SCHÉMATHÈQUE SCHÉMAS INDUSTRIELS POUR LE DEPANNEUR

Numéro spécimen contre 1 fr.

Prix du Numéro : 4 francs

ABONNEMENT D'UN AN :
France et Colonies.. 35 fr.
Étranger..... 42 ou 50 fr.

Les abonnés reçoivent en supplément gratuit 10 numéros de la TECHNIQUE PROFESSIONNELLE

L'abonnement peut partir de n'importe quel mois.

Dans TOUTE LA RADIO TOUT est à lire !..

PRIX : 31

Imp. DEMONT - Montrouge